Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Fränkischen Jura.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Guido Brause

aus Spahnsdorf (Kreis Leipzig).

Tag der mündlichen Prüfung: 15. Dezember 1910.

Erlangen.

K. B. Hof- u. Univ.-Buchdruckerei von Junge & Sohn.

1911.

Gedruckt mit Genehmigung der hohen philosophischen Fakultät der Universität Erlangen.

Referent: Herr Professor Dr. Lenk.
Dekan: Herr Professor Dr. Noether.

Inhaltsangabe.

Einleitung.

Wer sich in mineralogisch-petrographischer Hinsicht über den Frankenjura zu orientieren wünscht, findet in Werken von Gümbel[1]) und von Ammon über nahezu Alles umfassende, sachkundige Angaben, zumeist jedoch in Form von hier und dort verstreuten Notizen, die im Rahmen der großen Anlage dieser Werke im einzelnen leicht übersehen werden. Das gilt vor allem für die aus den einzelnen Horizonten bisher bekannten Mineralien.

Die nachfolgende Arbeit setzt es sich einerseits zum Ziel, diese in den genannten, aber auch in der übrigen Literatur über den Frankenjura enthaltenen Angaben für den Nürnberg-Erlanger Albanteil systematisch zusammenzustellen. Als ihre Hauptaufgabe aber betrachtet sie den Versuch, die Entwicklung der einzelnen Stufen und Horizonte jenes Gebietes auf Grund von alten und von neuaufgenommenen Profilen nach streng petrographischen Gesichtspunkten darzustellen.

Wo einzelne Horizonte innerhalb unseres Gebietes brauchbare Aufschlüsse gar nicht oder nur in unbefriedigendem Zustande enthielten, erwies es sich, wie im unteren und oberen Lias, als notwendig, die Grenzen des ersteren etwas zu erweitern.

---

[1]) Gümbel-v. Ammon, Geogn. Beschr. d. fränk. Alb. (Frankenjura). 1891. — Gümbel, Geogn. Beschr. d. ostbayr. Grenzgeb. 1868. — Gümbel, Geologie von Bayern II., S. 770 ff. Die fränkische Alb. 1894. — Weitere Literatur bei W. Koehne, Verz. d. Lit. über die fränk. Alb. Abh. d. Naturh. Ges. Nürnberg Bd. 15, H. 3. 1906.

Der erste Teil der Arbeit gibt so eine Übersicht über die früher erwähnten und von uns neubeobachteten Mineralien. Ein zweiter Abschnitt behandelt in streng systematischer Einteilung die petrographische Ausbildung der einzelnen Gesteinstypen. Ihm reihen sich als Beitrag zu der Ooidfrage Bemerkungen an über die morphologische und chemische Natur der Ooide des untersuchten Bezirkes.

Die gelegentlich hier vorgefundenen Fossileinschlüsse werden, dem Charakter dieser Arbeit entsprechend, nur soweit namhaft gemacht, als sie für die Altersbestimmung der Gesteine von Bedeutung sind.

I.

Übersicht über die in den Juragesteinen vorkommenden Mineralien.

An akzessorischen Mineralien sind, wenn man von den eigentlichen Gesteinsbildnern Quarz (bei den Sandsteinen), Kalkspat und Dolomit (bei den Kalksteinen, Dolomiten und Mergeln) absieht, die Gesteine des fränkischen Jura außerordentlich arm. Sie stimmen in dieser Beziehung mit dem schwäbischen Jura überein, wo Engel[1]) zu demselben Ergebnis gelangte.

Wie in fast allen Sedimenten, so lassen sich auch die in den Juragesteinen auftretenden Mineralien in eingeschwemmte (allothigene) und in solche gliedern, die sich im Gesteine erst neu gebildet haben (authigene Mineralien). Die ersteren spielen ihrer Häufigkeit nach nur eine untergeordnete Rolle. Es sind in kurzer Zusammenfassung die folgenden: Quarz, Glimmer, Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit, Staurolith, Anatas, Spinell, Perowskit, Magneteisen und Granat.

Die authigenen sind etwas häufiger. Wir treffen von ihnen die folgenden an:

Kalkspat, Pyrit, Zinkblende, Gips, Hornstein bezw. Feuerstein, Glaukonit, Brauneisen, Roteisen, Manganerze, Schwerspat, Bleiglanz, Siderit, Aragonit und Pyrolusit.

---

[1]) Engel, Geognostischer Wegweiser durch Württemberg, S. 195. 1908.

A. Allothigene Mineralien.

1. Quarz.

Der Häufigkeit nach spielt von den allothigenen Mineralien der Quarz die bemerkenswerteste Rolle. Er bildet in Form kleiner Körnchen den Hauptbestandteil der im Jura auftretenden Sandsteine, wenn wir von dem meist sehr sporadischen Auftreten von Quarzpartikeln in den tonigen und kalkigen Gesteinen absehen. Im allgemeinen haben die Quarzkörner nur geringe Dimensionen und übersteigen nur im Arietensandstein die Größe von 1 mm. Fast stets farblos und unter dem Mikroskop einen leichten staubartigen Anflug von Kaolin oder Erzschüppchen zeigend, sind sie zumeist einschlußfrei. Lang[1]) will bekanntlich diese Beobachtung, daß die meisten Quarzkörner der Sandsteine arm oder frei an Flüssigkeitseinschlüssen[2]) sind, darauf zurückführen, daß die größeren Quarzkörner am leichtesten nach den Flächen zerbrechen, in welchen die Flüssigkeitseinschlüsse eingelagert vorkommen, wodurch dann vorzugsweise einschlußfreie Partien als Körner geliefert werden. Die größeren Individuen zeigen oft leicht undulöse Auslöschung, eine Erscheinung, welche auf die Herkunft dieser Quarze aus Gesteinen, welche starkem Gebirgsdruck ausgesetzt waren, schließen läßt.

2. Glimmer.

Nächst dem Quarz dürfte als häufigeres allothigenes Mineral Glimmer und zwar der Muscovit zu gelten haben. Ziemlich starker Korrosion anheimgefallen und deshalb keinerlei Kristallumgrenzung zeigend, ist er in Form kleiner Schüppchen, wie auch Gümbel hervorhebt, ein Begleiter der Tone, Tonmergel, Sandsteine und ganz vereinzelt auch der Kalke[3]) des Jura. Eine Mitteilung Gümbels[4]), wonach das Mineral im Arietensandstein gänzlich fehlen soll, glaube ich auf Grund meiner Untersuchungen dieser Stufe von Marloffstein und Forchheim

---

[1]) Lang. Zeitschr. geol. Ges. 1881, S. 228.

[2]) Gümbel, (Frankenalb S. 66) fand übrigens im Gegensatz hierzu die Quarzkörnchen der von ihm beobachteten Angulatensandsteine voller Flüssigkeitseinschlüsse. Ich fand seine Angaben vollauf bestätigt.

[3]) Gümbel, Die Frankenalb, S. 132.

[4]) Gümbel, a. a. O., S. 67.

dahin berichtigen zu können, daß der Glimmer auch in diesem Gestein, allerdings nur spärlich, auftritt. Besonders reichlich traf ich ihn in den Tonmergeln der Ferrugineus-, Varians- und Macrocephalenzone des oberen Dogger, sowie in den sandigen Schiefertonen der liasischen Angulatenstufe an. Der Schlämmrückstand der letzteren erwies sich als geradezu mit einem weißen Überzug silberglänzender Muscovitschüppchen überzogen.

3. Zirkon.

Dieses Mineral traf ich sowohl in abgerollten Körnern als auch in gut ausgebildeten Kristallen mit Rutil und Turmalin vergesellschaftet in den Jurasandsteinen an. Meine diesbezüglichen Untersuchungen beziehen sich auf den Eisen- und Kalksandstein des mittleren Dogger (β und γ) von Hartmannshof und Kadenzhofen, sowie auf den Arietensandstein des Lias α von Marloffstein, Forchheim und Atzelsberg und den Angulatensandstein aus der Umgebung von Sassendorf und Zapfendorf nördlich von Bamberg. Indessen scheint Zirkon in vereinzelten Individuen auch den übrigen Jurazonen nicht fremd zu sein. So fand ihn Gümbel[1]) außer in den genannten Sandsteinen auch im Numismalis-, Opalinus-, Bifurcaten- und Ornatenmergel, sowie in allen Horizonten des Malm. Besonders reichlich ist der Zirkon im Angulatensandstein vorhanden und zeigte auch nur hier gute Begrenzung durch die gewöhnlichen Flächen P, ∞P, ∞P∞, 3P3[2]). Sehr schön zonar struierte Individuen sind nicht allzuselten, und zwar wechseln dann hellere Lagen mit dunklen ab. Auch Einschlüsse von winzigen Prismen, nach Thürach wahrscheinlich von Apatit, sind wie anderweitig auch hier in den Zirkonen zu beobachten.

4. Apatit.

Selbständigen Apatit habe ich nur einmal im Schliff einer Phosphoritkonkretion aus der Macrocephalenstufe von Hartmannshof beobachtet, wo das Mineral bald in langgestreckten,

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 66, 67, 71, 90, 91, 96, 99, 132.

[2]) Thürach, Beiträge zur Kenntnis des Keupers in Süddeutschland. Geogn. Jahresh. 1900, 13. Jahrg. 1901. Derselbe, Über das Vorkommen mikroskopischer Zirkone und Titan-Mineralien in den Gesteinen. Inaug.-Diss. Würzburg. 1884.

bald in gedrungenen Säulchen auftritt, an denen nur selten gut entwickelte Flächen und scharfe Kanten sich wahrnehmen lassen. Die sonst häufige Querabsonderung konnte ich zwar nicht beobachten, doch lassen die charakteristischen grauen Polarisationsfarben die Identifizierung mit Sicherheit zu.

5. Rutil.

Rutil ist wesentlich seltener als Zirkon. Gümbel[2]) stellte ihn nur im liasischen Angulatensandstein und Numismalismergel fest; ich fand das Mineral außerdem noch ganz vereinzelt im Eisensandstein von Kadenzhofen.

Auch seine kristallographische Ausbildung ist eine viel weniger gute. Einerseits tritt er in runden rotbraunen Körnern auf, andererseits in langgestreckten Prismen, denen meist terminale Flächen fehlen. Nur einmal wurde im Schlämmrückstand des Eisensandsteines von Kadenzhofen ein knieförmiger Zwilling nach $P\infty$ beobachtet. Ein schwacher Pleochroismus ist fast stets vorhanden.

6. Turmalin.

Turmalin erweist sich als ein steter, quantitativ allerdings stark zurücktretender Begleiter des Zirkons in den für diesen von Gümbel[3]) bereits angegebenen Zonen. Er erscheint in abgerundeten Prismen mit undeutlichen Terminalflächen und läßt bei dem starken Pleochroismus in blaugrauen und gelblichen Tönen keinen Zweifel über seine Natur zu.

Auch ich fand das Mineral am häufigsten in den Gesteinen der Angulaten- und Arietenstufe des Lias und im Dogger-Eisensandstein.

7. Staurolith, Anatas, Spinell, Perowskit (?), Magneteisen, Granat.

Mit Ausnahme von Magneteisen und Anatas, von denen ich ersteres äußerst spärlich, letzteren nur in Form eines zerbrochenen Kriställchens im Angulatensandstein von Zapfendorf auffand, muß ich mich bezüglich des Vorkommens dieser Mineralien auf die Angaben von Gümbel bezw. Thürach[1])

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 66, 71.

[2]) Gümbel, a. a. O., S. 66, 67, 81, 90, 91, 96, 99, 132.

[3]) Gümbel, a. a. O., S. 66, 71, 99. — Thürach, Vorkommen u. s. w. S. 75 ff.

beziehen, denen zufolge Staurolith, Anatas, Spinell, Magneteisen und Granat, wahrscheinlich auch Perowskit im Angulatensandstein, Granat außerdem im Numismalismergel und Ornatenton auftreten sollen.

B. Authigene Mineralien.

1. Kalkspat.

Der Kalkspat kommt in schöner, wasserheller Beschaffenheit als neugebildetes Sekretionsmineral auf den Klüften und Spalten in nahezu allen festeren Gesteinsschichten des Jura vor. Er erscheint seltener in Einzelkristallen (hauptsächlich nach $-\frac{1}{2}$ R) oder Kristalldrusen, gewöhnlich als bald grob-, bald feinkristalline Kluftausfüllung mit allen Anzeichen echter Gangbildung, insbesondere auch einer mehr oder minder deutlichen medianen Verwachsungsnaht, die bei einem etwaigen feinen Beschlag mit Eisenverbindungen, Pyrit oder Brauneisen deutlich hervortritt.

Derartig vollständig mit Kalkspat ausgefüllte Spalten besitzen die verschiedensten Mächtigkeiten und werden allenthalben im festen Juragestein, namentlich im oberen Jura, angetroffen. Unter besonders günstigen Umständen bildet der Kalkspat auch horizontale Ablagerungen. So tritt er beispielsweise in den wasserundurchlässigen mergeligen Zwischenlagen der wohlgeschichteten Kalke der oberen Tenuilobatenstufe von Hartmannshof in Bänkchen bis zu 5 cm Stärke auf. Die hier zum Teil wohlentwickelten Kalkspatkristalle sind meist in der Form —2 R ausgebildet.

Kalkspatdrusen von Tauben- bis Hühnereigröße sind nur lokal häufig im Werkkalk des östlichsten Bruches von Hartmannshof von mir angetroffen worden. Die wasserklaren und gut nach $-\frac{1}{2}$ R ausgebildeten Kristalle sind hier zumeist durch eine kreideartige Substanz, die sich bei näherer Untersuchung als stark verwitterter Hornstein erweist, von dem eigentlichen Gestein getrennt und füllen mitunter den ganzen Hohlraum der Druse aus. In diesem Falle ist es natürlich zur Ausbildung freier Kristallformen nicht gekommen.

Vielfach auch ist der Kalkspat innerhalb der Dunstkammern von Ammoniten in schönen Kristallen zur Ausscheidung gelangt, wie ich dies an Exemplaren aus dem Stinkkalk von Lias ε bei Berg, aus der Humphrisianusstufe von Auerbach und aus dem

Werkkalk bei Vorra in besonders schöner Ausbildung beobachten konnte. Solche Drusen besitzen den Formen der Fossilien entsprechend flache Form und erreichen oft die Größe von mehreren Dezimetern. Die kleineren dieser Gebilde sind in der Regel vollständig von Kalkspat ausgefüllt. Es wurden übrigens in einer derartigen Druse aus der Humphrisianusstufe von Auerbach Kalkspatkristalle beobachtet, bei denen Grundrhomboeder mit steilen Skalenoedern in Kombination treten, so daß eigenartige, an Pentagondodekaeder erinnernde Kristallbildungen resultieren.

Auch Engel[1]) hat im Dogger ε und Malm δ der schwäbischen Alb solche Kalkspatdrusen in Ammonitendunstkammern häufig angetroffen.

Schließlich mögen hier noch kleinere drusige Bildungen von ganz regelloser Gestalt Erwähnung finden, wie ich sie vielfach in den Kalkmergeln des Doggers, vornehmlich in der Bifurcaten- und Humphrisiänusstufe von Hartmannshof wahrnehmen konnte.

Auch hier zeigen die zum Teil sehr schön ausgebildeten, wasserhellen Kriställchen die Form des stumpfen Rhomboeders $-{}^1/_2$ R.

Einer besonderen Art neugebildeten Kalkspats begegnen wir in den vielfach auftretenden Umkristallisationsprodukten fossiler Reste. Hier scheint nach vielfach, so auch jüngst von Fischer[2]) geäußerter Ansicht die Neubildung des Calcits durch die bei der Verwesung organischer Substanz reichlich frei werdende Kohlensäure bedingt worden zu sein. Die kohlensäurehaltigen Wässer lösten den Kalk auf und schieden ihn später wieder in spätiger, grobkristalliner Form aus. Auf solche Weise entstanden die relativ seltenen Vorkommnisse isolierten Kalkspats, wie wir sie mitunter im fränkischen Jura, z. B. lokal im Lias γ bei Schöllenbach östlich von Erlangen und in der Sowerbyi- und Humphriesianusstufe, vor allem in den Gebieten ihrer kalkigen Entwicklung am West- und Nordostrande der Alb antreffen. Solche Varietäten zeichnen sich, wie auch Fischer in den unterfränkischen Triasgesteinen beobachtet

[1]) Engel, a. a. O., S. 336 u. 417.

[2]) Fischer, Beitrag zur Kenntnis der unterfränkischen Triasgesteine. Geogn. Jahresh. 1908, S. 27.

hat, durch eine außerordentliche Anhäufung von Muschelschalen aus. Auch die bituminösen Stinkkalke des Lias zeigen in mehr oder minder hohem Maße die Spuren der obigen Erscheinung. U. d. M. erscheinen sie auffällig gröber struiert als die eigentlichen dichten Kalke des Malm, obgleich sie ihrer makroskopischen Beschaffenheit nach in letztere Gruppe eingereiht werden müssen.

2. Pyrit.

Pyrit wird lokal ziemlich reichlich angetroffen; so vorzugsweise in den Mergelschiefern und Stinkkalken von Lias ε, in deren Dünnschliffen das Mineral in speisgelben, metallisch glänzenden, kleineren und größeren traubigen Putzen reichlich eingestreut erscheint. Desgleichen finden wir es schon makroskopisch leicht erkenntlich und gut kristallisiert auf den Kluftflächen der im Schieferton und Mergelschiefer mit Ammonites costatus eingebetteten Kalkkonkretionen vor, wie dies auch Engel[1]) für diese Zone in Schwaben berichtet. Pyritkristalle von schöner Ausbildung $\infty O \infty$, O lagen mir bis zu mehreren Millimetern groß aus dem Werkkalk von Vorra und aus dem β-Schwammkalk des Malm am Dillberg vor. Gümbel[2]) hebt ferner sein überaus reichliches Auftreten in den Grenzschichten des Lias gegen den rhätischen Sandstein am Nordrande des Hesselberges hervor, wo man sogar das Mineral bergmännisch zu gewinnen versucht hat. Merkwürdigerweise konnte bei allen diesen Vorkommnissen der sonst den Pyrit auszeichnende pentagonalhemiedrische Charakter nur an einzelnen größeren Individuen wahrgenommen werden. Die hauptsächlich auftretende Kristallfläche ist vielmehr das Oktaeder, sodann auch der Würfel, gewöhnlich beide, wie schon oben bemerkt, in Kombination. Im frischen Zustande zeigen die Pyritkristalle gelben Messingglanz. An der Luft oxydieren sie sich oberflächlich sehr leicht und die dünnen Oxydhäutchen verraten sich alsdann durch zumeist ins Blaue spielende Anlauffarben, wie dies besonders an zerschlagenen und längere Zeit im Freien gelegenen Knollen der Costatenschichten wahrzunehmen ist. In einigen Vorkommnissen des Werkkalkes ist der Pyrit oberflächlich in Brauneisen um-

[1]) Engel, a. a. O., S. 25.

[2]) Gümbel, a. a. O., S. 67.

gewandelt worden. Es liegt hier die bekannte Pseudomorphosenbildung in ihren ersten Stadien vor. Doch hat auch vielfach eine recht weitgehende Verwitterung und Umsetzung in Brauneisen ohne Erhaltung der Pyritform stattgefunden. Es läßt sich dies besonders gut an einigen Schliffen am Stinkkalk des Lias ε studieren. Hier beobachtet man häufig kleinere und größere, ganz unregelmäßig begrenzte Putzen von Brauneisen, aus deren Innerem noch nicht vollständig umgewandelter Pyrit in Form kleiner Kriställchen oder speisgelber, metallisch glänzender Schmitzen hervorleuchtet. Die braunfleckige Färbung der Stinkkalke, die wohl irrtümlich lediglich bituminöser Substanz zugeschrieben wird, dürfte sonach zum größten Teil auf verwitterten Eisenkies zurückzuführen sein. Mir war es trotz längeren Glühens[1]) nicht möglich, die braune Farbe der Stinkkalke von Hezlas am Leyerberge zu vertreiben. Auch die bräunlichgelbe Fleckung mancher Schichten des Malm ist offenbar durch obige Erscheinung begründet. So bei den Kalken der Transversarius- und unteren Tenuilobatenstufe und im unteren Schwammkalk der Bimammatusstufe vom Dillberg.

Als Versteinerungsmittel findet sich der Pyrit im Frankenjura (vgl. auch die einschlägige Literatur)[2]) in der Planicosta-, Amaltheen-, Crassus-, Aalensis-, Opalinus(?)-, Parkinsoni- (selten), Ferrugineus- (selten), Macrocephalen-, Ornaten- und unteren Tenuilobatenstufe (hier nur als ockeriges Umwandlungsprodukt).

Neben diesen verkiesten Fossilien finden sich jedoch auch immer solche, welche einen leichten Anflug oder dicken Harnisch von Brauneisen aufweisen, ja die zum Teil schon ganz verockert sind, wie dies besonders in der sandig-kalkigen Facies der Sowerbyistufe und in den Mergelschiefern der unteren Tenuilobatenstufe auffällig hervortritt.

Hand in Hand mit der Verockerung muß hier gleichzeitig eine mehr oder minder starke Gipsbildung stattgefunden haben, da dieses Mineral in spätiger oder faseriger Form die ockerigen Muschelreste bezw. die Dunstkammern von verockerten

---

[1]) Siehe auch Gümbel, a. a. O., S. 78.

[2]) Reuter, Die Ausbildung des oberen braunen Jura, S. 11, 12, 15, 90. 1908. Pompeckj, Juraablagerungen, S. 148. Schrüfer, Über die Juraformation in Franken. 5. Bericht der nat. Ges. Bamberg 1861, S. 75, 80, 90, 91, 113. Gümbel, a. a. O., S. 75, 78, 90, 96, 122.

Ammoniten in kristalliner Form ausfüllt. Seine Bildungsweise liegt hier klar auf der Hand.

Wahrscheinlich ist überhaupt der Beteiligung des Pyrits an der Zusammensetzung der Juragesteine eine weit größere Bedeutung beizumessen, als dies bei der relativ geringen, sichtbaren Anteilnahme desselben zunächst erscheint. Vielleicht rührt die blaue Farbe vieler Juragesteine, vor allem auch die zumeist blauen Kluftbeschläge vieler Tone und Tonmergel, sofern nicht etwa vivianitartige Eisenphosphate vorliegen — die ich allerdings nicht einwandfrei nachzuweisen vermochte — neben Eisenoxydul zum Teil von fein verteiltem, selbst mikroskopisch nicht wahrnehmbarem Eisenkies her. Wenigstens konnte ich oft beobachten, daß gerade in solchen bläulich gefärbten Varietäten der Jurakalke dieses Mineral in kleinen Schmitzen und feiner Verteilung reichlicher als sonst vorkommt.

Spohn[1]) erwähnt das Vorkommen von Gelbeisenerz in der Planicostastufe des Lias β im sogen. Heldbruche bei der Jägersburg bei Forchheim. Die schwefelgelben, äußerst feinkristallinen, starke Lichtbrechung und Doppelbrechung zeigenden Massen desselben stellen augenscheinlich ein Verwitterungsprodukt des Schwefelkieses dar; Spohn erhielt bei einer Analyse (nach Abzug der in HCl unlöslichen Beimengungen):

Fe_2O_3	51,35 %
Na_2O	6,38 „
SO_3	29,15 „
Al_2O_3	0,26 „
H_2O	12,86 „
	100,00 %

was mit der von Scheerer[2]) für die Formel:

$$(SO_4)_{13}Fe_8Na_2 \cdot 9\,H_2O$$

berechneten Zusammensetzung dieses Doppelsulfates ziemlich gut übereinstimmen würde.

3. Gips.

Dies hier stets weiß gefärbte Mineral traf ich vornehmlich in zwei Varietäten an. Zunächst findet es sich als seidenglänzen-

---

[1]) Spohn, Chemisch-geologische Studien in der Umgegend von Forchheim. Inaug.-Diss. Erlangen. 1896, S. 12.

[2]) Poggendorfs Ann. 45, S. 188 ff.

der Fasergips vielfach auf Hohlräumen und Klüften des Kalksandsteins der unteren Sowerbyistufe, sowie vereinzelt in den darüberliegenden Kalkmergeln des mittleren Doggers von Hartmannshof vor. In kristallisierter Form ist es in der Sowerbyistufe von Hartmannshof ein häufiger Begleiter der ockerigen Reste, vor allem als Umwandlungsprodukt der Schalen von dickschaligen Muscheln. Noch häufiger wurde spätiger Gips im Schieferton mit Ammonites costatus bei Reichenschwand beobachtet. Auf den Kluft- und Schichtflächen dieser Zone und der darin eingeschlossenen Konkretionen findet er sich in kleinen und größeren wasserklaren, schön ausgebildeten Nadeln reichlich ausgeschieden. Die einzelnen Kristalle weisen meist die folgenden Flächen auf:

$$\infty \not{P} \infty, \ \infty P, \ P,$$

und sind vielfach nach $\infty \bar{P} \infty$ verzwillingt. Sie laufen häufig von einem gemeinsamen Ansatzpunkte aus strahlenförmig auseinander, so daß schöne, sternförmige Gebilde zustande kommen.

Das reichliche Auftreten des Gipses gerade in dieser Zone findet übrigens eine einfache Erklärung, da hier für seine Ausbildung die denkbar günstigsten Bedingungen bestehen insoferne, als die Schiefertone in besonders reichlichem Maße mit Eisenkies imprägniert sind, der bei der Verwitterung die zur Fällung des Gipses nötige Schwefelsäure liefert.

Wie übrigens aus der einschlägigen Literatur [1]) hervorgeht, ist der Gips auch vielfach in anderen Schichten, im Ornatenton, beispielsweise von Hartmannshof, in der Macrocephalenzone bei Tiefenstürmig, im Opalinuston und in der Monotisplatte von Lias ε angetroffen worden. In Schwaben fand Engel [2]) schöne Gipskristalle auch im Murchisonae-Sandstein.

4. Hornstein [3]).

Hornstein findet sich in Form größerer und kleinerer Knollen auffallend häufig in den mittleren und oberen Malmschichten

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 81, 88, 90, 426. Pompeckj, a. a. O., S. 148. Reuter, a. a. O., S. 19, 77.

[2]) Engel, a. a. O., S. 299.

[3]) Während in Sedimenten anderer Formationen und Regionen Quarz als sekretionäres Mineral bisweilen häufig auftritt, gehört er in dieser Form im Fränkischen Jura augenscheinlich zu den Seltenheiten; ich habe ihn nirgends angetroffen und auch in der Literatur darüber nichts ge-

vor. Er ersetzt, wie Gümbel sagt, hier gleichsam die Geoden- und Knollenbildungen der älteren Dogger- und Liasschichten. Die kugeligen und ovalen Kieselsäurekonkretionen sind zumeist äußerst hart und spröde und zeigen deshalb splitterigen Bruch. In dem untersuchten Bezirk von Hartmannshof, Velden und Rupprechtstegen schwanken ihre Dimensionen zwischen Mohnkorn- und Faustgröße. Im frischen Zustande treten sie durch ihre rauchgraue, etwas ins gelbliche spielende Färbung und ihre glatte, schwach fettglänzende Oberfläche, sofern sie aber der Verwitterung anheimgefallen sind, durch die weiße, erdige Beschaffenheit ihrer Oberfläche deutlich aus der grauen Kalkgrundmasse hervor.

Ihre Menge und die Art ihrer Einlagerung in den Jurakalken zeigt einen gewissen Wechsel. In den oben angeführten Gegenden lassen die Hornsteinknollen zumeist eine mehr oder minder deutliche, horizontale Anordnung erkennen, wie Wanderer[2]) es ja auch aus der Regenstaufer Gegend berichtet. Davon macht indessen ihre regellose Verteilung im unteren Frankendolomit von Hartmannshof, wo sie in erstaunlichen Mengen auftreten, eine Ausnahme. Der Beginn derartiger Konzentrationen von Kieselsäure vollzieht sich bei Hartmannshof be-

---

funden. Um so interessanter dürfte es sein, daß Herrn Prof. Lenk von Herrn Hofrat Dr. Brunhuber in Regensburg jüngst zwei Quarzstufen freundlichst zur Besichtigung überlassen wurden, welche Herr Hofrat Brunhuber von Arbeitern erhalten hat mit der Angabe, sie stammten aus den (Opalinus-) Tongruben am Tegernheimerkeller bei Regensburg.

Das eine Objekt ist eine etwa nußgroße Kristallgruppe von wasserklaren, 4—10 mm langen und 2—3 mm dicken Quarzkriställchen der Form $\infty R \cdot R$, an denen das $-R$ nur selten und dann ganz untergeordnet ausgebildet ist; angesichts des anhaftenden, mit Pyriten $(\infty O \infty \cdot \frac{\infty O n}{2})$ durchwachsenen Tons dürfte bezüglich der Fundortsangabe (Dogger α) kein Zweifel bestehen. — Die zweite Stufe ist ein 45 mm langer, im Maximum 14 mm dicker prismatischer Einzelkristall mit löcherigen R-Flächen, der durch die absatzweise eintretende Verdickung seines frei ausgebildeten Endes an die Form der sogen. Szepterquarze erinnert; an der anderen Hälfte sind bis 1 mm große, perlmutterglänzende Dolomitrhomboederchen aufgewachsen. In bezug auf die Fundortsangabe teilt Herr Prof. Lenk die bei diesem Kristall von Herrn Hofrat Brunhuber selbst geäußerten Bedenken.

[2]) Wanderer, Die Juraablagerungen am Westrande des Bayrischen Waldes. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. Beil.-Bd. 21, S. 488, 515, 518.

reits im mittleren Werkkalk. Zum Teil sind sie massiv, zum Teil bergen sie, wie im Werkkalk, im Innern Drusenräume, die, wie ich bereits früher bei der Besprechung des Kalkspates erwähnte, von diesem Mineral ganz oder teilweise ausgekleidet sind.

Hornsteinknollen im Werkkalk wurden auch von Pompeckj[1]) am Regenstaufer Galgenberge aufgefunden, wo sie sich lagenweise eingeschaltet vorfinden. Ähnliche Beobachtungen machte Gümbel[2]) bei Großenfalz bei Sulzbach, bei Hables und Oberreinbach im Vilstal, sowie bei Pegnitz. Die Einlagerungen der Hornsteinknollen wiederholen sich in meinem Untersuchungsgebiete vom Werkkalk aus, abgesehen von der unteren Tenuilobatenstufe, in allen höheren Malmschichten, auch, wie schon erwähnt, im unteren Frankendolomit. In diesem Horizont sind sie bei Hartmannshof stark verwittert und größtenteils in kreideartige Kieselmehlaggregate umgewandelt, innerhalb deren manchmal kleine Drusen von winzigen Quarzkriställchen $\pm$R zu beobachten sind. Charakteristisch ist hier der Hornsteinreichtum der mittleren und oberen Tenuilobatenkalke, die in den nordwestlich gelegenen Gebieten von Gräfenberg, Ebermannstadt bis zum Staffelberg hin hornsteinfrei sind. Andererseits sind Hornsteineinschlüsse nach Wanderer[3]) bezeichnend für die Tenuilobatenschichten zwischen Regenstauf und Leonberg, während sie in den nämlichen Horizonten im Norden dieses Gebietes, bei Saltendorf, und im Süden davon, am Galgenberg von Regenstauf, schon wieder fehlen.

Neben der konkretionären wurde außerhalb unseres Gebietes auch lagenweise Absonderung von Hornstein beobachtet. Wanderer[4]) berichtet von derartigen Schichten von Hornstein „mit stellenweiser Mächtigkeit von 10 cm“ aus der Gegend von Regenstauf.

Über die Genesis der Hornsteinknauern sind verschiedentlich auseinandergehende Ansichten ausgesprochen worden. Fischer[5]),

---

[1]) Pompeckj, a. a. O., S. 165.

[2]) Gümbel, a. a. O., S. 411, 412, 628.

[3]) Wanderer, a. a. O., S. 475, 535.

[4]) Wanderer, a. a. O., S. 518.

[5]) Fischer, Beitrag zur Kenntnis der unterfränkischen Triasgesteine. Geogn. Jahresh. 21. Jahrg., S. 33. 1908.

welcher derartige „oolithisch“ aussehende Hornsteine in den unterfränkischen Triasgesteinen beobachtet hat, erklärt ihre Entstehung in der Weise, daß bei der Umkristallisation des Kalkes der Ton auf die Seite geschoben wurde, welch letzterer sich hierbei zu derartigen Konkretionen vereinigte. Nach Gümbel[1]) ist die Einführung kieseligen Materials in den Kalkniederschlag durch Flüsse des benachbarten Urgebirges erfolgt. Das feinverteilte Kieselmaterial habe alsdann da und dort einen besonders günstigen Punkt zum ersten Ansatz gefunden, nach welchem die benachbarten Kieselteilchen hingezogen wurden, analog wie es bei der Bildung der Kristalle der Fall ist. Für die sehr naheliegende Annahme, daß die runden Hornsteinknollen als Umkristallisationsprodukt kieselsäureabscheidender Radiolarien anzusehen sind, habe ich, ebensowenig wie Gümbel, in meinen Präparaten Anhaltspunkte finden können. Immerhin ist aber eine solche Entstehungsweise sehr wahrscheinlich, da ja die leicht bewegliche Kieselsäure sich sehr gern umlagert, wobei die Spuren ursprünglich organischer Struktur vernichtet werden.

In der Modifikation als Feuerstein findet sich die Kieselsäure in oft riesigen Konkretionen von runder oder unregelmäßiger Gestalt oder auch in Form von durchlaufenden Bänken bis zu 10 cm Stärke in den Plattenkalken des obersten Malm, so z. B. bei Kelheimwinzer und Kapfelberg, als braune, zu weißem Kieselmehl verwitternde kantendurchscheinende Kieselmasse von charakteristischem großmuscheligem Bruch.

5. Glaukonit.

Dieses Kali-Eisen-Tonerdesilikat wurde von mir in Form kleiner nieren- und knollenartiger Körnchen, die nur selten die Größe von 0,5 mm erreichen, in einzelnen Kalkbänken von Lias γ bei Schöllenbach, in der oberen Macrocephalen- und Ornatenstufe von Hartmannshof und Oberbuchfeld sowie in der unteren Transversariusstufe und in den mergelig-schieferigen Zwischenlagen der unteren und oberen Tenuilobatenstufe von Hartmannshof beobachtet. Gümbel[2]) fand Glaukonit außerdem vereinzelt im schiefrigen Numismalismergel, im Opalinuston und in der Parkinsonistufe. Bemerkenswert wegen ihres Reichtums an

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 597.

[2]) Gümbel, a. a. O., S. 70, 71, 90, 95, 99.

körnigem Glaukonit ist vor allem die das Liegendste des Malm in Franken bildende bis zu 1 m mächtige Kalk- und Mergelbank. In solchen mergeligen Lagen fand Gümbel bei Kaltenbuch bei Weißenburg einen Glaukonitgehalt von über 40%, Reuter[2]) bei Regenstauf sogar bis zu 80%.

Im frischen Zustande besitzen die Glaukonitkörnchen graugrüne Farbe, erweisen sich u. d. M. als doppelbrechend und lassen mitunter schwachen Pleochroismus erkennen. Bei der Verwitterung nimmt das Mineral durch Oxydation seines Ferroeisens zu Ferrieisen rotbraune Farbe an. Neben verwittertem Eisenkies, mit welchem vergesellschaftet zersetzter Glaukonit in den γ-Kalken des Lias und den unteren grauen Kalken des Malms α auftritt, trägt er auf diese Weise zu der rostigen Fleckung dieser Kalke ebenfalls bei.

Als chemische Bestandteile des Minerals haben sich nach einer von Gümbel[1]) angeführten Analyse die folgenden erwiesen:

Kieselsäure	50,46
Eisenoxyd	26,00
Eisenoxydul	6,22
Manganoxydul	Spur
Tonerde	7,00
Kali	8,04
Natron	Spur
Wasser	4,00
	101,72

Bezüglich der Bildungsbedingungen des Glaukonits ist man bis jetzt noch zu keinem endgültigen Ergebnis gelangt. Die Ansichten von Gümbel[1]), Walther[2]), Pompeckj[3]) und Reuter[4]), um nur einige der zunächst interessierten Autoren anzuführen, stimmen dahin überein, daß besonders in der Flachsee sowie überall da günstige Bedingungen für seine Entstehung vorliegen dürften, wo nur langsame Aufschüttung von Sediment-

[1]) Nach Reuter, a. a. O., S. 83—84 fehlt diese Glaukonitbank zwischen Staffelstein und Kirchleus.

[2]) Gümbel. Sitzungsber. Münch. Akad. math.-phys. Kl. 1886.

[3]) Walther, Lithogenesis, S. 661—663.

[4]) Pompeckj, a. a. O., S. 167.

[5]) Reuter, a. a. O., S. 84, 89.

stoffen stattfindet. Walther weist wiederholt darauf hin, daß das Mineral gern mit Phosphatkonkretionen vergesellschaftet auftritt, und will somit der Phosphorsäure bei der Glaukonitbildung eine gewisse Rolle zuweisen; dagegen fehlt das Mineral anscheinend überall da, wo Eisenoxydhydrate oder viel Flußschlamm sich einstellen. Auffällig ist in dieser Hinsicht auch das völlige Zurücktreten der Brauneisenooide beim Erscheinen des Glaukonits im obersten Dogger etwa 4 m unter der ersten Kalkbank des Malm von Hartmannshof. Beide lösen sich hier ab, und es scheinen sonach die für die Ausscheidung des Glaukonits günstig liegenden Verhältnisse für die Ooidbildung nachteilig zu sein und umgekehrt, so daß das Eisen entweder in der einen oder anderen Form abgeschieden wird, übrigens eine Ansicht, welche schon durch Pompeckj[1]) Vertretung fand.

6. Eisenerze.

a) Brauneisenerz.

Das Brauneisenerz wird in fast allen Schichten des Jura angetroffen. Teils ist es hier aus Pyrit hervorgegangen oder durch eisenhaltige Sickerwässer auf den Klüften der Juragesteine zu dendritischen Beschlägen abgeschieden worden. Seine Hauptverbreitung gewinnt es dabei im Dogger, dessen vorherrschend braune Färbung der Gesteine eben durch den reichlichen Brauneisengehalt bedingt wird. In den Schichten dieser Zone tritt es in erster Linie in Form konzentrisch-schaliger Ooide auf, die oft vereinzelt und ganz unregelmäßig, bald aber auch zu Nestern und dünnen Schichten angehäuft in die Gesteinsmatrix eingestreut sind. Bei dem Interesse, welches diese Gebilde besitzen, werde ich ihrer Beschreibung später einen besonderen Abschnitt widmen.

Weniger häufig tritt das Brauneisen sodann noch als derbes Erz auf. In dieser Form scheint es dann haupsächlich sekundären Charakters zu sein. Ich traf es häufig in kleinen Bröckchen oder als glaskopfartigen Überzug auf den Kluftflächen des Eisensandsteins am Dillberg und bei Kadenzhofen an. Auch am Staffelberge fand ich es häufig in dieser Form. In der Sowerbyistufe von Ischhofen bei Neumarkt erreicht es gelegentlich

[1]) Pompeckj, a. a. O., S. 197.

größere Mächtigkeit. Hier wurden auf der Halde faustgroße Brocken dieses Erzes aufgefunden, das echte kleine Brauneisenooide als Einschlüsse führte.

In Form von feinverteiltem Ocker bildet endlich der Limonit einen wesentlichen Bestandteil der jurassischen Sandsteine. Seine Beteiligung ist hier sehr verschiedenartig. Im Arietensandstein scheint er im großen und ganzen in gleichmäßiger Verteilung aufzutreten. Sehr wechselnd gestalten sich dagegen die Verhältnisse im Eisensandstein und Angulatensandstein, wo mitunter in ganz regelloser Reihenfolge die dunkelbraunen eisenreichen Sandsteinschichten mit blaßgelben bis hellgrauen wechsellagern.

b) Roteisen.

Roteisen tritt einerseits in konzentrierter Form vornehmlich in mehreren dünnen Flötzen als Roteisenoolith entwickelt in der Oberregion des Eisensandsteins auf, anderseits in unregelmäßiger Verteilung in der nämlichen Doggerstufe, wo es dann den Sandsteinen die bald mehr, bald weniger intensiv braunrote, zuweilen ins Violette spielende Färbung verleiht.

Der Eisengehalt der erwähnten Roteisenflötze ist mitunter ein relativ hoher, so daß man sie früher, falls sie größere Mächtigkeit erreichten, als Eisenerz abzubauen versucht hat. Eine von Gümbel[1]) zitierte Analyse eines derartigen Flötzes aus der Kaiser Heinrich-Zeche bei Vierzehnheiligen lieferte folgende Werte:

Eisenoxyd	76,020	= 53,214 Eisen
Manganoxyd	Spur	
Tonerde	0,430	
Bittererde	0,033	
Kieselsäure	11,255	
Wasser	12,262	
	100,000	

Über die Herkunft aller dieser reichen, in obiger Doggerstufe in allgemeiner Verbreitung auftretenden Eisenmengen wissen wir noch wenig. Gümbel nimmt an, daß zur Doggerzeit eisenhaltige Quellen hervorbrachen, deren Absätze teils in Form ockeriger Ausscheidungen ins Meer eingeschwemmt wurden,

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 550.

teils an den flachen, von den Wogen überfluteten Ufern zu runden oolithischen Körnchen sich verdichteten. Hiergegen wird in einer neueren Arbeit van Wervekes[1]) über die Erzlagerstätten im lothringischen Dogger die Ansicht ausgesprochen, daß das Eisen vom Festlande her dem Meere durch Bäche und Flüsse zugeführt wurde und sich hier als Silikat ähnlich dem Glaukonit, als Karbonat, Sulfid und Oxyduloxyd, in den oberen Lagen möglicherweise auch als Oxydhydrat niederschlug. Ein Vorwalten der chemischen Niederschläge habe alsdann die Erzlager und eine überwiegende Zufuhr mechanischer Sedimente die Zwischenmittel erzeugt.

7. Manganerz.

Manganerz habe ich immer nur in ganz feiner Verteilung als flächenhaften oder dendritischen Kluftbeschlag mancher Juragesteine wahrgenommen. Man trifft solche Beschläge in fast allen Kalkmergeln des Doggers von Hartmannshof an und hier wiederum angereichert in einer Zone, die auf Grund ihrer Lagerung zwischen Bifurcaten- und Ferrugineusstufe als Parkinsonihorizont aufzufassen ist. In besonders hohem Maße macht sich sodann der Mangangehalt in den Schiefertonen von Lias δ mit Ammonites costatus von Reichenschwand geltend. Die einzelnen kleinen Schollen dieses Tones sowie die vielfach darin eingebetteten Kalkknauern und Phosphoritkonkretionen zeigen zumeist einen vollkommenen Überzug von Mangan, ja die letzteren sind vielfach so innig hiervon durchsetzt, daß ihre dunkle, schokoladenbraune Färbung selbst die mikroskopische Untersuchung nicht erlaubt.

Die Heimat der manchmal ziemlich reichlich auftretenden Manganoxyde dürfte in den begleitenden Karbonatgesteinen zu suchen sein, deren wenn auch wohl nur sehr geringer Mangangehalt bei den Umwandlungsprozessen, denen sie ausgesetzt sind, durch rasche Oxydation in diese Form übergeführt wird.

---

[1]) H. van Werveke, Über das Vorkommen, die mineralogische Zusammensetzung und die Entstehung der deutsch-lothringischen und luxemburgischen Eisenerzlager. (Bullet. mens. Org. offic. de l'Assoc. d. Ingén. luxemb. 1902, Heft 11, S. 2—8; Heft 12, S. 1—14.)

8. Zinkblende.

Dieses Mineral wurde von Gümbel[1]) des öftern in den phosphoritischen Konkretionen bezw. Toneisenoxyden der Amaltheenmergel vorgefunden. Dasselbe stellte Engel[2]) für Schwaben fest. Mir selbst lag nur ein einziges Vorkommen vor aus der Ancepszone von Oberbuchfeld bei Neumarkt i. O., wo die Zinkblende in der einfachen Form des Tetraeders ausgebildet war. Das tiefschwarz gefärbte und metallisch glänzende Mineral tritt hier mit kleinen bis 2 mm Durchmesser erreichenden Dolomitkristallen vergesellschaftet auf.

9. Schwerspat, Bleiglanz, Siderit, Pyrolusit und Aragonit.

Die fünf obigen Mineralien wurden von mir nicht beobachtet. Gümbel traf die ersteren drei jedoch in verschiedenen Zonen an, so den Schwerspat im Arietenkalksandstein[3]) von Zentbechhofen und häufig in den Toneisensteingeoden[4]) der Costatenzone. Den Bleiglanz ebenfalls im Kalksandstein der Arietenstufe von Zentbechhofen. In den Pseudomutabilisschichten (oberer Schwammkalk) bei Stücht nordöstlich von Heiligenstadt bildet letzterer im Verein mit Kieselsäure vielfach das Versteinerungsmittel des Skeletts von Schwämmen; schließlich den Siderit im Toneisenstein der Costatenzone. Ferner berichtet Spohn[5]) vom Auftreten ziemlicher Mengen seidenglänzenden, strahlig faserigen Aragonits und erdigen Pyrolusits in den Klüften und Spalten des Arietensandsteines von Forchheim.

10. Konkretionäre Bildungen.

Eine gewisse Mittelstellung zwischen den Mineralien und Gesteinen nehmen die vielfach im Jura konkretionär auftretenden Phosphoritknollen und Toneisensteingeoden ein. Weder auf der einen noch auf der anderen Seite lassen sie sich in vorteilhafter Weise einordnen. Vielleicht finden sie deshalb, gleichsam als vermittelndes Element, ihren Platz am besten hier.

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 71.
[2]) Engel, a. a. O., S. 244.
[3]) Gümbel, a. a. O., S. 68.
[4]) Gümbel, a. a. O., S. 71.
[5]) Spohn, a. a. O., S. 10.

a) Phosphoritknollen.

Phosphoritknollen finden sich als harte, kugelige, ei- oder kartoffelförmige und oft Brotlaibgröße erreichende Konkretionen, in vielen Zonen des Jura, vornehmlich im Dogger, zumeist in regelloser Verteilung, zum Teil aber auch lagenweise sich anhäufend. Von mir wurden sie vornehmlich im oberen, mittleren und unteren Callovien von Hartmannshof sowie in den Costaten-Tonmergeln des Lias δ von Reichenschwand beobachtet. Auch Reuter[1]), Pompeckj[2]) und Gümbel[3]) stellten sie in diesen Zonen fest. Gümbel fand schwach phosphoritische Knollen auch im Jurensismergel vor.

Schlägt man solche Knollen auf, so findet man sie, wie auch Pompeckj[4]) beobachtete, von „längeren, lichteren Flecken" durchzogen. Manche Exemplare, besonders die der Costatenzone von Reichenschwand entstammenden, enthalten feine und gröbere Äderchen von wasserhellem oder bräunlichem Kalkspat. Pompeckj bezeichnet derartige Formen als solche, die durch tektonische Vorgänge zerbrochen und dann wieder verkittet worden sind. Vielleicht ist es noch richtiger, diese sekundären Kalkspatadern als ausgefüllte Austrocknungsrisse aufzufassen, da ja die Knollen in weichen, nachgiebigen Mergeln lagern.

Im Dünnschliff weisen diese Massen bräunliche Farbe auf, die anscheinend von Brauneisen und Mangan herrührt. An Einschlüssen finden sich in den Knollen des Calloviens, je nachdem sie in Glaukonit- oder Brauneisenooide führenden Mergeln eingebettet liegen, vereinzelte Ooide und Glaukonitkörnchen vor. Außerdem wurden ganz spärlich kleine Apatitnädelchen, sowie von Gümbel auch Zinklende und Schwerspat darin beobachtet.

Über die chemische Beschaffenheit dieser eigentümlichen Knollen berichtet Gümbel[5]) ausführlicher. Er hat in solchen aus der Gegend von Neumarkt, Oberwaiz unfern Bayreuth,

---

[1]) Reuter, a. a. O., S. 26, 65, 82. Von Reuters Funden aus dem unteren Bathonien der Sowerbyi- und Ferrugineuszone vom Nordrande der Alb befinden sich zahlreiche Belege in der Erlanger Sammlung.

[2]) Pompeckj, a. a. O., S. 198—201.

[3]) Gümbel, a. a. O., S. 81.

[4]) Pompeckj, a. a. O., S. 198.

[5]) Gümbel, a. a. O., S. 73 u. 523.

Höttingen bei Weißenburg und Kraimoos bei Schnabelwaid bis zu 27 % Phosphorsäure nachgewiesen. In anderen Exemplaren soll indessen der Phosphorsäuregehalt oft bis zu Spuren herabsinken und durch Aufnahme von reichlichem Eisenkarbonat ein wahrer Toneisenstein resultieren. Die Analyse eines Phosphoritknollens aus den Margaritatusschichten von Leimershof bei Scheßlitz lieferte ihm folgende Zusammensetzung:

Dreibasisch-phosphorsaurer Kalk	60,19
Kohlensaure Kalkerde	25,05
Kohlensaure Bittererde . . .	1,54
Kohlensaures Eisenoxydul . .	Spur
Ton und Sand	10,12
Wasser und organische Substanz	3,10
	100,00

Wegen dieses hohen Phosphorsäuregehaltes der Knollen ist man wiederholt dem Gedanken näher getreten, dieses für das Wachstum der Pflanzen so wichtige und wertvolle Material im Interesse der Landwirtschaft auszubeuten. Doch würde sich ihre ökonomische Gewinnung durch Aufdeckungsarbeit nach Art eines Steinbruchbetriebes als zu kostspielig erweisen, da die Phosphoritknollen zumeist nicht in regelmäßigen Lagen, sondern ganz zerstreut da und dort im Mergel eingebettet liegen.

Die Genesis der Phosphoritknollen harrt noch endgültiger Aufklärung. Die Beobachtungen der modernen Tiefseeforschung haben, nach den zusammenfassenden Mitteilungen von J. Walther[1]), Pompeckj[2]) und Reuter[3]), gezeigt, daß sich Phosphorite in Flachseegebieten mit reicher Fauna bilden, in denen sich Meeresströmungen von verschiedener Temperatur begegnen. Dadurch fände ein rasches Absterben der Tiere statt, deren Leichen sich auf dem Boden anhäufen. Durch chemische, die Zersetzung der Tierleichen begleitende Prozesse gingen dann die Kalkschalen und Kalkkonkretionen in Phosphorit über.

b) Toneisensteingeoden.

Die Toneisensteingeoden sind ihrer äußeren Gestalt nach den Phosphoritknollen außerordentlich ähnliche Gebilde. Ver-

---

[1]) J. Walther, Lithogenesis, S. 700.

[2]) Pompeckj, a. a. O., S. 188—201.

[3]) Reuter, a. a. O., S. 87—89.

gesellschaftet mit ihnen finden sie sich hauptsächlich im Amaltheenton des Lias. Durch Abnahme des Phosphorsäuregehaltes und Anreicherung des Eisenkarbonats entstehen hier förmliche Übergänge zwischen beiden. Häufig und in typischer Ausbildung wurden sie von mir noch in der Angulaten- und Arietenstufe von Zapfendorf und Marloffstein sowie im Schieferton des Lias γ von Atzelsberg beobachtet.

Die linsen- bis brotlaibförmigen und oft Faust- bis Kopfgröße erreichenden Geoden pflegen, wie die Phosphorite, zumeist ganz regellos in die Sandstein- und Tonschichten eingestreut zu sein. Doch fand sie Reuter[1]) auch förmliche Lager bildend im Kalksandstein der Sowerbyistufe in der Gegend von Obernsees und Rabenstein. Zu ähnlichen Mengen angehäuft, treten sie nach Engels[2]) Angaben teilweise im Opalinuston Schwabens auf, wo sie wegen ihres hohen Eisengehalts in früheren Zeiten eine kleine Eisenindustrie hervorgerufen haben. In Franken hat sie Gümbel[3]) in dieser Zone vielerorts nachgewiesen.

Die Toneisensteingeoden besitzen in der Mehrzahl konzentrisch-dünnschalige Struktur, wobei die äußere braune Farbe nach innen hin von Schicht zu Schicht mehr in Grau übergeht. Oft steckt auch ein einheitlicher, grauer, fester, toniger Kern lose in einer harten, eisenreicheren Schale, so daß das Gestein beim Schütteln klappert, eine Form, für die der Volksmund die passende Bezeichnung Klapperstein geschaffen hat. Man gewinnt bei Betrachtung derartiger Typen, besonders der aus der Angulatenstufe von Zapfendorf stammenden, gewissermaßen den Eindruck, als seien in die Tonkonkretionen von außen her nach innen hin Eisenlösungen bis zu einer bestimmten Zone vorgedrungen, auf welcher sie sich dann so stark konzentrierten, daß hier eine dünne, eisenschwartenähnliche Rinde entstand. Entsprechend dieser Beschaffenheit pflegen die Toneisensteingeoden bei der Verwitterung in einen schaligen Brauneisenstein zu zerfallen.

Das Innere der Toneisensteingeoden ist vielfach von ganz regellosen, sekundär wieder mit Kalkspat ausgefüllten Rissen

---

[4]) Reuter, a. a. O., S. 87.
[5]) Engel, a. a. O., S. 286.
[6]) Gümbel, a. a. O., S. 87.

durchsetzt. An weiteren fremden Einschlüssen sind nach Gümbels[1]) Angaben Schwefelkies, Zinkblende, Schwerspat, Siderit sowie vielfach auch Versteinerungen beobachtet worden.

Der Eisengehalt des Gesteins ist sehr wechselnd. Von Reinsch[2]) (I) und Spohn[3]) (II) ausgeführte Analysen zweier Toneisengeoden aus der Nähe von Marloffstein bezw. Forchheim ergaben folgende chemische Zusammensetzung:

	I.	II.
SiO_2	22,693 %	25,06 %
Fe_2O_3	55,453 „	19,31 „
		21,86 „ (FeO)
$CaCO_3$	3,154 „	—
$MgCO_3$	0,832 „	—
Al_2O_3	2,918 „	2,60 „
H_2O	14,949 „	14,60 „
Mn_2O_3		1,61 „
CaO		7,70 „
MgO		2,46 „
Alkalien		Spur
P_2O_5		4,81 „
SO_3		Spur
	99,999 %	100,02 %

Auch die Genesis dieser eigentümlichen Konkretionen ist noch nicht geklärt. Engel[4]) meint, daß die vielfach in den Knollen begraben liegenden organischen Gebilde den ersten Anlaß zu ihrer Bildung gegeben haben, während Spohn[5]) ihre Entstehung mit der sich noch heute vollziehenden Bildung von See- und Raseneisenerzen in Parallele stellt.

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 71.

[2]) P. Reinsch, Chemische Untersuchungen der Lias- und Juraformation in Franken. N. J. f. Min. u. s. w. 1859, S. 385.

[3]) Spohn, a. a. O., S. 16.

[4]) Engel, a. a. O., S. 287.

[5]) Spohn, a. a. O., S. 17.

II.

Makroskopische und mikroskopische Beschreibung der im fränkischen Jura vorkommenden Gesteine.

Das Gesteinsmaterial, aus dem der fränkische Jura sich aufbaut, besteht zum Teil aus mechanischen, zum Teil aus chemischen Sedimenten, welche, durch mannigfaltige Übergänge miteinander verknüpft, in nach Osten abnehmender Mächtigkeit und in horizontaler bezw. vorherrschend nach Südost geneigter Schichtenfolge übereinander lagern. Es läßt sich vielleicht am zweckmäßigsten in die folgenden durch kontinuierliche Übergänge miteinander verbundenen Haupttypen gliedern:

A. Sandsteine.
B. Kalksteine.
C. Mergel.
D. Tone.

A. Sandsteine.

Die hierher zu rechnenden Gesteine lassen sich nach dem Zement, das sie verkittet, charakterisieren als:

a) Eisenschüssige Sandsteine.
b) Mergelige Sandsteine.
c) Kalkige Sandsteine.

a) Eisenschüssige Sandsteine.

Als solche haben wir in der fränkischen Alb den Eisensandstein des unteren Doggers (β), den Angulatensandstein des untersten Lias (α_2) sowie zum Teil auch den Arietensandstein (α_3) der letzteren Zone zu betrachten.

1. Eisensandstein.

Der Eisensandstein erreicht am Westrande des fränkischen Jura fast durchgängig eine Mächtigkeit von etwa 50 m, schwillt aber im Nordosten, im Gebiete des Kitschenrains, des Lindenharter und Volsbacher Forstes über 100 m an, während er gegen SO in der Regensburger Gegend auf ca. 25—30 m zusammenschrumpft. Aus der Literatur[1]) geht hervor, daß sich seine

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 90ff. Reuter, a. a. O., S. 63. Wanderer, a. a. O., S. 522.

Mächtigkeit im allgemeinen innerhalb der Grenzen von 50 und 100 m bewegt.

In großen zeigt sich das Gestein in dem vortrefflichen Aufschluß von Kadenzhofen bei Neumarkt i. O. ziemlich deutlich geschichtet. Vom Keilberge bildet Pompeckj[1]) dagegen einen Aufschluß von dickbankigen Eisensandstein ab, der bankweise vortreffliche Diagonalschichtung erkennen läßt. In vertikaler Richtung macht sich immer starke Zerklüftung geltend. Die wasserundurchlässige, weiche Unterlage von tonigem Material der Opalinusstufe hat vielerorts Abrutschungen und Verstürzungen von kleineren, zuweilen aber auch von größeren Komplexen des Eisensandsteins zur Folge, wie man es gerade in dem Hohlwege von Kadenzhofen auf das Schönste beobachten kann.

Die Farbe des Eisensandsteins ist entsprechend der lagenweise verschiedenen Beteiligung des Eisenoxyds und -oxyduls an der Gesteinszusammensetzung ziemlich wechselreich. Die Hauptmasse ist durch bräunlichgelbe Farbentöne ausgezeichnet. Dazwischen schieben sich in schmäleren und breiteren parallel verlaufenden oder auch diskordant sich auskeilenden Bändern violettrote, blutrote, fleischfarbene, orangegelbe, gelbgraue bis selbst weißgraue Lagen ein.

Die chemischen Vorgänge, welche augenscheinlich diesen reichen Wechsel der Färbung bedingten, sind von Walther[2]) in so ausführlicher Weise dargelegt worden, daß ich mich hier mit dem Hinweis darauf begnügen kann.

Seiner spezielleren Beschaffenheit nach ist das Gestein im allgemeinen ein sehr fein- und gleichmäßigkörniger, griesiger Sandstein, in welchem die sehr kleinen und zumeist stark abgerollten Quarzkörnchen gegenüber dem tonigeisenschüssigen Zement bei weitem vorwalten. Kaul[3]) fand analytisch für den Eisensandstein aus der Nürnberger Gegend einen Kieselsäuregehalt von 92,15 $^0/_0$. Nur in ganz seltenen Fällen und dann zumeist auf zentimeterdünne Lagen beschränkt, erreichen die Quarzindividuen Mohnkorngröße.

---

[1]) Pompeckj, a. a. O., S. 189—190.

[2]) Walther, Lithogenesis, Kap. 10, 21, 23.

[3]) Kaul, Geologisch-chemische Studien über die Ton- und Lehmvorkommen um Nürnberg. Inaug.-Diss. Erlangen 1900, S. 90.

Infolge des quantitativ geringen Bindemittels ist natürlich auch das Gefüge des Eisensandsteins ein sehr lockeres. Er ist leicht zerreiblich und zerfällt bei der Verwitterung schnell zu feinem Sand. In den höheren Regionen werden indessen auch harte, durch reichliches kalkiges Bindemittel verfestigte und etwa 1 m mächtige Bänke angetroffen, die karrenartig verwittern und teilweise, zumeist in ihren mittleren Partien, in dünne Platten und weiterhin in unregelmäßige Schollen zerfallen. Infolge ihrer Härte heben sie sich im Profil scharf heraus und geben im Gelände ihr Auftreten durch deutliche Steilstufenbildung zu erkennen.

In den unteren Partien zeigen sich ausnahmsweise auch Schichten von sandigen, mergeligen Tonen. Eine solche Bank von 1 m Mächtigkeit, mit undeutlichen marinen Fossilresten findet sich in dem mehrfach erwähnten Kadenzhofener Aufschlusse und zwar im unteren Drittel des Profiles eingelagert zwischen einer orangegelben und einer dunkelroten Sandsteinschicht. In den mittleren Partien des Eisensandsteins werden die tonigen Lagen papierdünn und folgen sich hier in schwankenden Abständen von 20—50 cm. Steht man auf dem Standpunkt, daß diese mächtige Sandsteinbildung hydatogen ist, so würden obige Tonlagen Perioden geringer Wasserbewegung darstellen. Man könnte sich indessen auch (wenn man den Eisensandstein als Dünenbildung auffaßt, wie dies ja besonders von den neueren Forschern[1]) befürwortet wird) diesen Wechsel von sandigem und tonigem Material als die Folge wechselnder Windstärken vorstellen. Besonders Pompeckjs Annahme, daß der Sand vom böhmischen Kontinent her in die flache, seichte See getrieben wurde, gewinnt hier sehr an Wahrscheinlichkeit. Das vom Winde bewegte Wasser ließ zunächst die deflatierten Sandkörnchen zu Boden sinken und erst bei eingetretener Windstille folgte an zweiter Stelle die längere Zeit im Wasser suspendierte tonige Trübe. Spontane Vorstöße des Meeres brachten in diese seichten, anscheinend nur ausnahmsweise von stärkerer Wasserbewegung (Rippelmarken!) heimgesuchten Gewässer von der mittleren Eisensandsteinzeit ab in zunehmendem Maße Kalk-

---

[1]) Pompeckj, a. a. O., S. 191. Vgl. auch Walther, Lithogenesis, Kap. 21: Das Litoralgebiet. Reuter, a. a. O., S. 85.

schlamm und eine individuenreiche, aber artenarme Fauna, die zu den in unserem Gebiete zwar nahezu sterilen, anderwärts aber, wie am Cordigast und Schrenkersberg, fossilreichen Bildungen geführt haben.

Schließlich wären als Zwischenlagerungen des Eisensandsteins noch die verschiedentlichen Roteisenoolithflötze zu erwähnen. Ihre Mächtigkeit ist außerordentlich verschieden und bewegt sich im allgemeinen innerhalb der Grenzen von wenigen Zentimetern bis zu etwa 2 m. Zumeist sind sie nicht homogen ausgebildet, sondern es schieben sich vielfach hellgraue Sande ein. Die letzteren überwiegen hierbei oft in bedeutendem Maße, und man kann alsdann nur noch von der Andeutung eines Flötzes sprechen. Ihrer Zusammensetzung nach bestehen die Roteisenerzflötze hauptsächlich aus stark verockerten Pseudoooiden. Echte Ooidbildung wurde hier nicht beobachtet.

Wegen des verhältnismäßig hohen Erzgehaltes dieser Flötze, der nach Gümbel bis zu 62 % Eisenoxyd (= 43 % Eisen) steigen kann, wurden sie in früheren Jahren vielfach bergmännisch ausgebeutet.

Im Laufe der letzten Jahre haben auf die Roteisenoolithflötze im nördlichen Frankenjura wiederum ausgedehnte Mutungen stattgefunden. Aussichtsreich gestalteten sich vor allem die bisherigen Aufschlußarbeiten am Westrande in der Simmelsdorfer Gegend (Hüttenbach), am Ostrande in dem Auerbacher Revier (Zogenreuth). An spezifisch schweren, allothigenen Mineralien wurden im Eisensandstein vor allem Glimmer, Zirkon sowie vereinzelt Turmalin uud Rutil nachgewiesen.

2. Arietensandstein.

Der Arietensandstein (α_3 des Lias), dessen Vorhandensein in Ober- und Mittelfranken Schrüfer[1]) allenthalben festgestellt hat, gelangt nur zu geringer Entfaltung und dürfte auch nach den vielseitigen Beobachtungen Gümbels[2]) kaum einmal 3 m übersteigen. Bei Marloffstein und Schöllenbach traf ich ihn zu ca. 2 m Mächtigkeit entwickelt an, während er weiter nördlich in den östlich von Forchheim gelegenen Brüchen bis auf ca. 1 m

---

[1]) Schrüfer, a. a. O., S. 70.
[2]) Gümbel, Die Frankenalb, S. 67.

zusammenschrumpft. Spohn[1]) gibt für diese Gegend eine gleichmäßige Mächtigkeit von 0,6 m an. An den beiden ersteren Fundorten bildet er in angewittertem Zustande in unregelmäßige Platten zerfallende Bänke, die sich mit bröckeligem, mehr sandigem und teilweise mit blaugrauem Ton stark durchsetztem Material in Wechsellagerung befinden. So kann man beispielsweise in den oberen Partien des Arietensandsteins von Marloffstein zwei ca. 20 cm mächtige, durch reichlichen Tongehalt grau gefärbte Zonen beobachten, die sich gut im Profil abheben und weithin verfolgen lassen. An der zweiten Lokalität, in den Brüchen von Forchheim, bildet er, weil er dort infolge des fortgehenden Steinbruchbetriebes weniger zersetzt ist, im scharfen Gegensatze hierzu ein festes, kompaktes, nur wenig gegliedertes und nur im großen senkrecht zerklüftetes Gestein. Die 1 m mächtige Arietensandsteinlage zerfällt hier deutlich in nur zwei feste Bänke von ungefähr gleicher Dicke.

Das Gestein besitzt im frischen Zustande wegen ansehnlichen Gehaltes an Eisenoxydhydrat dunkelbraune Färbung, die bei der Verwitterung in hellere ockergelbe Töne übergeht. Bei Forchheim macht sich in der unteren Arietensandsteinbank hierin eine wesentliche Abweichung geltend. Das Gestein ist hier durch reichlichen Mangangehalt ausgezeichnet. Daher rührt seine mehr schwärzlichbraune Färbung.

In seiner sonstigen petrographischen Beschaffenheit weicht der Arietensandstein stark von den übrigen jurassischen Sandsteinen ab, von denen er sich vornehmlich durch seine auffällig grobkörnige Struktur leicht unterscheiden läßt. Die bis 5 mm Größe erreichenden Quarzkörner, denen mitunter noch Spuren von Feldspatteilchen anhaften, sind teils wohl abgerundet, teils aber auch eckig und scharfkantig ausgebildet, weshalb das Gestein mitunter den Eindruck einer Breccie hervorruft. Eingebettet sind diese Quarzkörner in eine in den unteren Lagen tonige, stark verockerte Grundmasse, die dem Gestein in den mittleren und oberen Partien durch Aufnahme von Kalk erheblichere Festigkeit verleiht. Auch Spohn[2]) hebt diese großen Schwankungen des Kalkgehaltes im Arietensandstein an der Hand einiger Analysen hervor.

---

[1]) Spohn, a. a. O., S. 8.
[2]) Spohn, a. a. O., S. 11.

Im Bruch erweist es sich zufolge der groben Quarzkörner uneben und zackig. An allothigenen Mineralien finden sich Zirkon und vereinzelt Rutil und Turmalin vor, während der Glimmer merkwürdigerweise fast gänzlich fehlt. Gümbel[1]) fand außerdem darin Feldspat und abgerundete Körner eines grünlichgrauen „enstatitartigen“ Minerals sowie in dem Gestein von Zentbechhofen eingesprengten Bleiglanz und Schwerspat, während Spohn[2]) besonders in Spalten und auf Klüften des Arietensandsteins von Forchheim in ziemlicher Menge seidenglänzenden, strahlig faserigen Aragonit sowie Pyrolusit als erdige Masse feststellen konnte.

Bei der Verwitterung zerfällt das Gestein in ockerig gefärbte, von Quarzkörnern durchspickte, leicht kenntliche Lehmböden.

3. Angulatensandstein.

Über den Angulatensandstein unseres Gebietes ist wenig auszusagen. In der Nähe Erlangens fand ich ihn andeutungsweise in einem guten Aufschluß nordwestlich der Wunderburg bei Marloffstein in einer sich auskeilenden linsenförmigen Lage von 0,10—0,04 m Dicke vor. In einzelnen runden Rollstücken, sogen. „Schwedenkugeln“, ist das Gestein dieses Profiles auch den unteren Arietenschichten eingeschaltet.

In seiner spezielleren petrographischen Beschaffenheit ist der Angulatensandstein dem Eisensandstein ziemlich ähnlich. Er ist, wie jener, außerordentlich feinkörnig[3]) und griesig ausgebildet, und manche Varietäten sind vielfach auch bezüglich ihrer Färbung im Handstück von jenem kaum zu unterscheiden. Die letztere kann je nach dem Eisengehalte des Sandsteins verschieden sein. Neben grünlichgrauen und lichtgelb bis weißgrauen Farben macht sich das Auftreten von bald größeren, bald kleineren rostbraunen Flecken, ja selbst von homogen dunkelbraunen Farbentönen in auffälliger Weise bemerkbar.

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 67—68.

[2]) Spohn, a. a. O., S. 10.

[3]) Ich habe dabei Handstücke von typischem Angulatensandstein aus der Bamberger Gegend vor Augen. Die als solche angesprochene Bank an der Wunderburg bei Marloffstein ist von etwas grobkörnigerer Ausbildung.

Die Beteiligung der durchweg kleinen und ziemlich gleichgroß ausgebildeten Quarzkörner und des mehr oder weniger eisenschüssigen tonigen und fast gänzlich kalkfreien Zements am Gesteinsaufbau erweist sich als wechselnd. Im allgemeinen ist der Angulatensandstein tonreicher als der Eisensandstein und deshalb durch größere Festigkeit ausgezeichnet. Vielfach überwiegt aber auch der Ton in so starker Weise, daß das Gestein ganz mürbe, lockere Beschaffenheit annimmt und dann wohl richtiger als ein sandiger Ton bezeichnet werden dürfte. Hierbei macht man die Beobachtung, daß dieser sandige Ton vielfach ohne schroffe Absätze nach und nach in festen, typischen Sandstein übergeht.

Allenthalben und besonders reichlich in den tonreichen Varietäten finden sich eigentümliche, regelmäßig rundgeformte und sehr harte Konkretionen vor, welche im allgemeinen dieselbe Gesteinszusammensetzung wie der Angulatensandstein aufweisen und wohl nur durch größeren Eisengehalt ausgezeichnet sein dürften. Die äußere Rinde dieser Gebilde ist meist sehr hart, so daß sie leicht in der Form von Kugeln aus der lockeren Gesteinsmasse herauswittern. Im Volksmunde werden die Konkretionen „Schwedenkugeln" genannt. Sie sind nach Ansicht Gümbels nicht als Rollstücke aufzufassen, sondern als Gebilde, in denen sich das Eisenoxydulkarbonat stärker konzentriert hat. Wie schon oben vermerkt, fand ich derartige kugelige Gebilde aus Angulatensandstein auch in den unteren Partien des Arietensandsteins vor. Eine Entstehung, wie sie Gümbel angibt, ist für diese letzteren vollständig von grobem Material umgebenen Sandsteingebilde recht unwahrscheinlich. Ihre Beschaffenheit und die Art und Weise ihrer Ablagerung läßt vielmehr darauf schließen, daß in ihnen nur abgerollte, besonders harte Angulatensandsteinbrocken vorliegen.

Mit allothigenen Mineralien dürfte wohl der Angulatensandstein vor allen Juragesteinen am reichlichsten ausgestattet sein. Besonders Glimmer, sowohl Muscovit wie Biotit, ist in auffallender Menge vertreten. Er scheint sich zufolge seines leichten Schwebens im Wasser zumeist in ruhigem Gewässer, dann aber auch so stark niedergeschlagen zu haben, daß er in manchen Varietäten des Angulatensandsteins auf den Schichtflächen geradezu zu dünnen Lagen angehäuft erscheint. Außer-

dem sind darin, wie schon früher bei der Beschreibung der Mineralien ausführlicher mitgeteilt wurde, Zirkon, Turmalin, Granat, Magneteisen, Staurolith, Anatas, Spinell und wahrscheinlich auch Perowskit aufgefunden worden.

b) Mergelige Sandsteine.

Mit der Bezeichnung „mergeliger Sandstein“ möchte ich jene Gesteinstypen näher charakterisieren, in deren mergeligem Bindemittel sich Kalk und Ton an Menge etwa das Gleichgewicht halten.

Hierher gehört in erster Linie jener Horizont, welcher vom Eisensandstein (Dogger β) zum Kalksandstein der Sowerbyistufe (Dogger γ) überleitet, sowie die schon weiter oben erwähnten festen Bänke, welche in der oberen Region des Eisensandsteins eingebettet liegen. Gleichzeitig sind in diese Gruppe auch die oberen Lagen des Arietensandsteins aus Lias α einzureihen.

Die beiden ersteren Arten zeigen vollständig gleichartige Beschaffenheit und sollen deshalb hier gleichzeitig behandelt werden. In ihrer Lagerungsform macht sich unregelmäßige Schichtung sowie eine senkrechte oder schräge Zerklüftung bemerkbar, wobei die Schicht- und Kluftflächen zumeist einen feinen Ton- und Manganbeschlag besitzen.

Das mergelige Zement übertrifft an Menge bei weitem die winzigkleinen Quarzkörner, weshalb das Gestein auch einen ausgeprägt erdigen Bruch aufweist. Im frischen Zustand zeigt es makroskopisch gelbbraune Färbung, die bei der Verwitterung mehr in eine lehmgelbe übergeht. Im Schliff erscheint es hingegen als eine ziemlich helle und durchscheinende Masse, die aber reichlich mit rostbraunen Schmitzen von ockerigem Mulm durchsetzt ist. Der letztere scheint zumeist von zerfallenen Brauneisenooiden sowie von Fossilresten herzurühren, deren Calcit sich stark mit Brauneisenlösungen infiltriert hat.

An spezifisch schweren Mineralien konnten nur ganz vereinzelt Zirkon und Turmalin und etwas häufiger Muscovit festgestellt werden.

Die oberen mergelig-sandigen Lagen der Arietenstufe dürfen hingegen wieder als fast vollkommen identisch mit dem Arietensandstein selbst bezeichnet werden. Sie unterscheiden sich von

diesem nur durch beträchtlicheren Kalkgehalt und die dadurch bedingte etwas größere Härte.

c) Kalkige Sandsteine.

Dieser Typus ist vertreten in der unteren Sowerbyizone des Doggers γ. Er ist charakterisiert durch ein überwiegend kalkiges Zement. Eine Analyse des Kalksandsteins vom Dillberge ergab die folgende Zusammensetzung:

SiO_2	19,88 %
$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	19,74 „
$CaCO_3$	53,87 „
H_2O	5,80 „
	99,29 %

Der Kalksandstein der Sowerbyizone wäre wegen dieses hohen Kalkgehaltes wohl richtiger als ein sandiger Kalkmergel zu bezeichnen.

Zufolge seiner starken Durchtränkung mit Brauneisen besitzt das Gestein hellbraune bis rötlichbraune Farbe und erdigen Bruch.

Quarzkörner treten darin zurück. Sie sind scharfkantig ausgebildet und fast stets mit einem feinen Eisenoxydhäutchen überzogen, so daß man bei der Betrachtung mit bloßem Auge wohl geneigt ist, sie für echte Ooide zu halten. Wir bezeichneten sie schon oben als Pseudoooide.

Das Zement setzt sich aus grobkristallinem, teils hellem, teils stark bestäubtem Kalkspat zusammen. Zwischen einzelne Kalkspataggregationen sind Eisenlösungen eingedrungen, die dann um jene einen zickzackförmigen Saum von Brauneisenerz ausgeschieden haben.

Lokal finden sich kleine Gipsdrusen und größere Quarzgerölle von unregelmäßiger Form vor. Auch grünlichgraue, mit Mangandendriten durchsetzte, flache Tongallen beobachtet man ziemlich oft. Lokal treten ferner abgerollte Eisensandsteinbrocken als akzessorische Bestandmasse im Gestein auf[1]).

[1]) Das Vorhandensein derartiger Partien findet nach Reuter, a. a. O. S. 85, eine einfache Erklärung. Nach der Bildung des Eisensandsteins zog sich das Jurameer zurück. Bei seinem Wiedervordringen riß es vom Untergrunde Teile los und rollte sie ab. Bei der Bildung der Kalksandsteine wurden diese Brocken zugleich mit den Quarzkörnern in die Gesteinsmatrix eingebettet.

B. Kalksteine.

Die hierher gehörigen Gesteine des fränkischen Jura lassen sich nach ihrer Struktur gliedern in:

a) Phanerokristalline Kalksteine.
b) Dichte Kalksteine.
  1. Kryptokristalline Kalksteine.
  2. Mikroskopisch dichte Kalksteine.
c) Dolomitische Kalksteine.

a) Phanerokristalline Kalksteine.

Die grobkörnigen, phanerokristallinen Kalksteine, welche nach Gümbel in südlichen Teilen der Frankenalb in der Facies der Korallenkalke des obersten Malm ziemliche Mächtigkeiten erreichen, gelangen im mittleren und nördlichen Teile der Frankenalb nicht zur Entwicklung. Grobkristalline Ausbildung hatte ich selbst zu beobachten Gelegenheit nur in Gestalt von fossilreichen Partieen in den kryptokristallinen Kalksteinen der Sowerbyi- und Humphriesistufe, insbesondere dort, wo die letztere zum Teil, wie am Westrande zwischen Leyerberg und Friesener Warte und am Ostrande zwischen Zeubach und Melkendorf, in Form von krinoidenreichen Kalksteinen entwickelt ist. In frischem Zustande sind diese Gesteine vorherrschend von blaugrauer, verwittert von grauer bis braungrauer Färbung. Ihre Härte und Festigkeit sind bedeutend, ihr spezifisches Gewicht auffallend hoch [1]); ihr Bruch ist körnig, unregelmäßig.

Die grobkörnige Struktur dieses Gesteins dürfte sonach, wie schon gelegentlich der Beschreibung des Kalkspates hervorgehoben wurde, durch die Umkristallisation vermittelst der bei der Verwesung tierischer Substanzen in reichlicher Menge frei werdenden Kohlensäure hervorgegangen sein.

b) Dichte Kalksteine.

Als dichte Kalksteine sind hier solche bezeichnet, bei denen die Korngröße der Kalkspatpartikeln auf so geringe Dimensionen herabsinkt, daß sie für das unbewaffnete Auge nicht mehr unterscheidbar sind; fast alle Kalksteine des fränkischen Jura gehören dieser Gruppe an.

[1]) Reuter, a. a. O., S. 10 u. 12.

Die dichten Kalksteine lassen sich nach dem Grade ihrer Kristallinität deutlich in zwei Varietäten gliedern. Wir treffen unter ihnen solche an, die wenigstens im Dünnschliff u. d. M. körnigkristalline Struktur zeigen, und die ich infolgedessen als kryptokristallin bezeichnen möchte, während bei anderen wieder die einzelnen Kalkspatindividuen so klein werden, daß sie selbst bei Anwendung starker Vergrößerungen selbständige Formen nicht erkennen lassen, sondern nur hin und wieder als winzig kleine Flitterchen aufblitzen. Der letztere Typus würde die dichten Kalksteine im engeren Sinne begreifen.

1. Kryptokristalline Kalksteine.

Dieser Gruppe gehören ausnahmslos die bituminösen Kalke des Lias ε an. Diese sogen. Stinkkalke befinden sich hier in Wechsellagerung mit lederartigem, dünnblätterigem Mergelschiefer. Die einzelnen meist wellig verlaufenden und oft seitlich sich ganz auskeilenden Kalksteinlagen erreichen selten die Mächtigkeit von 20 cm. Im frischen Zustande lassen sie nur undeutliche Schieferung erkennen. Bei der Verwitterung tritt indessen eine solche deutlicher hervor, und die Kalkbänke pflegen dann in dünne Platten zu zerfallen, die oft schwer vom Mergelschiefer zu unterscheiden sind. Eine auffällig abweichende Beschaffenheit von allen diesen Stinkkalken zeigt nur die Monotis-Platte, die, fast lediglich aus Schalen von Pseudomonotis substriata Ziet. bestehend, eine typische Lumachelle bildet.

In der Zahl und Verbreitung der Stinkkalkbänke ergeben sich auch für unser Gebiet beträchtliche Schwankungen. Bei Reichenschwand befinden sich in der hier nur etwa 1 m mächtigen Posidonienzone fünf solcher Kalkbänke im Mergelschiefer eingeschaltet, während am Rentbrunnen bei Hezlas und am Mainufer bei Unnersdorf-Hausen unterhalb Banz 9 Stinkkalkbänke in der je 5,70 bezw. 8,25 mächtigen Zone von Lias ε festgestellt wurden.

Die Farbe der bituminösen Stinkkalke ist zumeist schwarzgrau bis dunkelbraungrau, in verwittertem Zustand graubraun. Bedingt ist dieser Farbenton durch die reichliche Beimengung von Bitumen. Nur bei einzelnen Varietäten, die durch größere Mengen von verwitterten Eisenkies ausgezeichnet sind, macht sich eine intensive rostbraune Fleckung bemerkbar. Besonders

auf Kluft- und Schichtflächen haben Eisenlösungen Brauneisen reichlich zum Absatz gebracht.

Für das unbewaffnete Auge erscheinen die Stinkkalke als makroskopisch dicht. U. d. M. zeigen sie jedoch deutlich kristallinen Aufbau. Die Ursache für diese deutlich körnige Struktur wird auch hier in der großen Anzahl von tierischen Resten zu suchen sein. Besonders Ammonitenbrut scheint sich am Aufbau von manchen dieser gröber struierten Kalksteine in bemerkenswertem Maße beteiligt zu haben. Die einzelnen kristallinischen Kalkspatteilchen messen durchschnittlich 0,03 bis 0,05 mm und zeigen keine Zwillingsstreifung. In mehr oder weniger reichlichem Maße beobachtet man indessen auch gröber kristallin ausgebildete, helle und klare, porphyrartig eingestreute Kalkspatpartien, die jedenfalls organischen Ursprungs sind.

Die Verteilung der schwarzbraunen Bitumina erweist sich im Schliff als sehr verschieden. An einzelnen Stellen sind sie in kleinen Pünktchen gleichmäßig in das Kalkferment eingestreut. Makroskopisch erscheinen sie nicht selten in Gestalt von kohligen Schmitzen, aber auch in größeren, linsenartigen Partien.

Die chemische Zusammensetzung des Stinkkalkes bei Hezlas erwies sich als die folgende:

$CaCO_3$	86,25 %
Al_2O_3, Fe_2O_3, SiO_2	10,60 „
Wasser und organische Substanz . .	4,15 „
	101,00 %

Auch Gümbel[1]) führt verschiedene Analysen dieses Kalksteines an. Eine solche aus der Banzer Gegend lieferte ihm nachstehende Werte:

Kohlensaurer Kalk	89,54
Kohlensaure Bittererde	0,90
Tonerde	0,61
Eisenoxyd	1,24
Eisenoxydul	0,16
Ton	4,10
Wasser und organische Substanz	3,10
	99,65

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 80, 81.

Als allothigene Gemengteile beobachtet man mitunter abgerundete, staubartig feine Quarzkörnchen sowie vereinzelte Turmalinnädelchen und Glimmerblättchen. Vor allem aber fällt der reichliche Gehalt an Schwefelkies auf, welches Mineral zumeist in kleinen Kriställchen und rundlichen, traubigen Klümpchen über den ganzen Schliff ausgesät erscheint. Gümbel fand außerdem in der Monotisplatte kleine Gipsnädelchen eingestreut.

2. Dichte Kalksteine i. e. S.

Die Gesteine, welche in diese Gruppe einzuordnen sind, finden wir insbesondere im Malm vertreten. Es sind in unserem Gebiet: Glaukonitkalk (untere Abteilung) und unterer grauer Kalk (obere Abteilung) der Transversariusstufe; Werkkalk (Bimammatusstufe); Platynota-, Polyplocus- und Similisschichten (= untere, mittlere und obere Tenuilobatenstufe), oberer Schwammkalk (Pseudomutabilisstufe); Frankendolomit (Malm ε) sowie endlich die Äquivalente der unteren grauen Kalke (ob. α) und des Werkkalkes (β) in der Schwammfacies.

Ihre Farbe ist im allgemeinen hellgrau, variiert aber bei den einzelnen Typen und spielt gern in bläuliche oder gelbliche Farbentöne hinüber. Die Lagerungsform der Kalksteine der normalen Facies ist durchaus regelmäßig. Sie sind zumeist gut horizontal gebankt. In der Transversarius-, Platynota- und Similis-Stufe zeigt sich regelmäßige Wechsellagerung der Kalksteinbänke mit Mergellagen.

U. d. M. erweisen sich die Kalksteine als fein zertrümmert und stark mit Rissen durchsetzt. Es hat den Anschein, als sei auf diesen Sprüngen Brauneisen in geringen Mengen infiltriert worden. Besonders in den größeren tritt dies deutlich hervor. In der Nähe dieser Sprünge macht sich eine feine Trübung bemerkbar, die sich erst nach den feiner geaderten Partien zu verliert.

Die weitgehende Verzweigung der Risse und Sprünge in gröbere und feinere erinnert dort, wo sie eine gewisse Regelmäßigkeit besitzen, auffällig an die netzartige Anordnung einer Blattnervatur. Dadurch, daß sich größere Risse zu kreisrund geschlossenen Kurven zusammenfinden, kommt vielfach eine Art pseudooolithischer Struktur zustande. Die Größe der einzelnen

die im Mikroskop trüb aussehende Gesteinsmatrix zusammensetzenden Kalkspatindividuen schwankt im großen und ganzen nicht bedeutend. Man muß hier mit Dimensionen rechnen, die derartig minimale sind, daß sie im Mikroskop kaum meßbar sind. Nur in ganz seltenen Fällen sieht man, wie z. B. im Werkkalk manchmal etwas größere Kalkspatkriställchen, die im allgemeinen sehr unregelmäßige Umrisse besitzen, aus dem Gestein hervorleuchten.

Oft trifft man auch größere kreisrunde, helle und wasserklare Kalkspatpartien an, in denen größere und kleinere Kalkspatkörner regellos untereinander liegen, und die oft verschwommen ein Interferenzkreuz erkennen lassen. Solche Gebilde könnte man wohl als Pseudooolithe bezeichnen.

Trotz dieser vielen gleichen Merkmale lassen sich die in stratigraphischer Hinsicht wohl unterschiedenen Kalksteine auch bezüglich ihrer petrographischen Beschaffenheit auseinanderhalten. Sie zeigen im speziellen nachstehende Ausbidung:

1. Glaukonitischer Kalk der unteren Transversariuszone.

In frischem Zustande ein mittelgraues, braungrau verwitterndes Gestein, dem sein reicher Gehalt an Glaukonitkörnern stets einen charakteristischen grünlichen Schimmer verleiht. Knollig ausgebildet und daher stark zerklüftet. Die einzelnen Knollen sehr hart von großmuschelig-splitterigem Bruche. Sehr fossilreich; lokal ganz erfüllt mit Ammoniten- (Perisphincten-) Steinkernen.

Eingebettet sind die Knollen in kleineren und größeren Komplexen von unregelmäßiger Form und Ausdehnung in eine weiche, ungeschichtete Mergellage, die den Knollen in Farbe und Zusammensetzung gleichkommt.

Die Mächtigkeit des Horizontes schwankt nach Gümbel[1]) und Reuter[2]) innerhalb 0,10—1 m. Bei Hartmannshof beträgt sie 0,80 m. Schon zufolge seiner bezeichnenden petrographischen Beschaffenheit bildet er den vielleicht am meisten charakteristischen Horizont des fränkischen Malms[3]).

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 120.

[2]) Reuter, a. a. O., S. 84.

[3]) v. Ammon, Kl. geol. Führer durch einige Teile der Fränkischen Alb. München 1899. S. 84.

2. Unterer grauer Kalk der oberen Transversariusstufe.

Der obere Transversariuskalk, welcher in Hartmannshof etwa eine Mächtigkeit von 12 m erreicht und, wie Gümbel hervorhebt, auch anderwärts in Bayern kaum einmal über 20 m entwickelt vorkommt, zeigt seiner Beschaffenheit nach schon auffallende Annäherung an diejenige des darüberliegenden Werkkalkes. Es ist ein regelmäßig gebankter, grauer, weißgelblichgrau verwitternder, typisch pseudooolithischer Kalkstein von rauhem, großmuscheligem Bruch. Seine untersten Bänke sind ausgezeichnet durch höheres spezifisches Gewicht, rötlichgraue Färbung und den Reichtum an fein verteiltem Eisenocker. Auf den Schichtflächen trifft man häufig schwarze Überzüge und Dentriten von Mangan.

Vom Werkkalk im Hangenden unterscheidet sich das Gestein durch dunklere Färbung, durch seine pseudooolithische Struktur, den durch diese bedingten rauhen und niemals so zierlich gefältelten Bruch, wie man ihn beim Werkkalk beobachtet. Des weiteren auch durch die regelmäßige Einschaltung von bis zu 0,10 m mächtigen Mergelbänken.

3. Werkkalk.

Die nächstfolgende Malmzone bildet die etwa 20 m mächtige Bimammatusstufe, welche durch den wohlgebankten und fast mergelfreien Werkkalk vertreten wird, der, wie auch die übrigen Malmglieder, in den großartigen Steinbrüchen von Hartmannshof studiert wurde. Er stellt hier die hellstfarbige Varietät aller Jurakalke dar, ist ziemlich spröde und besitzt festes Gefüge, so daß er beim Hammerschlag hell erklingt und scherbenartig zerspringt. Sein Bruch ist großmuschelig und glatt oder aber — und das ist im Vergleich zum unteren grauen Kalk (ob. *a*) nicht zu übersehen — fein radial gefältelt und ziseliert. Zufolge dieser Eigenschaften läßt er sich leicht bearbeiten und wurde deshalb früher in zahlreichen Brüchen für Bauzwecke gewonnen[1]).

---

[1]) Heutzutage wird der Werkkalk des leichten Ausfrierens wegen zu diesem Zwecke kaum mehr verwendet. Auch sein Verbrauch als Schottermaterial ist stark im Rückgang, so daß er jetzt vorzugsweise nur mehr zum Kalkbrennen benutzt wird.

Organische Einschlüsse sind nicht selten, doch steht ihr Reichtum

4. Untere Schwammkalke.

Für die Ausbildung des unteren grauen Kalkes und des Werkkalkes in der Schwammfacies erwiesen sich als geeignet die Aufschlüsse am Dillberg bei Neumarkt i. O.

Beide Horizonte sind hier vertreten durch einen hellgelblichgrauen, an der Basis der oberen Transversariusstufe rötlich geflaserten, festen, lückigen und klüftigen, von grünlichgrauen, manganfleckigen Mergellinsen und -flasern durchtrümmerten Kalkstein von bald großmuschligem, bald splittrigem, bald mergeligerdigem Bruche. Mit Bezug auf die Gesteinsbeschaffenheit unterscheidet sich dieser Kalkstein von den äquivalenten geschichteten Kalksteinen unseres Gebietes durch erheblich feineres Korn. Sämtliche Spalten, Risse und Poren des Gesteines sind erfüllt von hellem Kalkspat. Als besonderes charakteristisches Merkmal zur Unterscheidung dieser Facies von der normalen dienen uns im Handstück neben dem raschen Wechsel der geschilderten feinkörnigen Partien mit gröber struierten mergeligen und dem Reichtum an fein und grob verteiltem Kalkspat vor allem das Auftreten von Limonit, der in Gestalt von unregelmäßig verteilten, rostfarbenen Flecken das Gestein durchsetzt, aber auch mit Vorliebe die Calcitausfüllungen der zahllosen kleinen Hohlräume, Spalten und Spältchen imprägniert.

Für das Studium des Ineinandergreifens der geschichteten und massigen Facies bietet sich hier ausreichend Gelegenheit. Vielerorts sieht man die Riffacies hier zungen- oder taschenförmig in die normale eingreifen oder gar linsenförmig von der letzteren umschlossen. Der Kieselreichtum beider Bildungen gibt sich hier in dem häufigen Auftreten von Kieselringen an Brachiopodenschalen dort zu erkennen, wo erstere mit den Atmosphärilien in direkte Berührung treten. So beachtet man Kieselringe sehr häufig an Rhynchonella lacunosa Schloth. und Terebratula bisuffarcinata Ziet., jedoch nur in dem Maße, als die Exemplare aus dem Gestein herauswittern.

Die Beteiligung von Fossilresten an dem Aufbau des Riff-

---

und ihr Erhaltungszustand an Fülle und Formen noch weit hinter demjenigen der hangenden Tenuilobatenzone zurück. Vereinzelt treten schon hier Hornsteineinschlüsse auf, die jedoch erst in höheren Zonen zur Herrschaft gelangen.

kalkes ist außerordentlich groß und mannigfaltig. Als Hauptgesteinsbildner erweisen sich Schwämme und Brachiopoden.

5. Die Kalke der Tenuilobatenstufe.

Die Bildungen dieser Stufe gliedern sich, wie bereits durch v. Ammon[1]) gezeigt wurde, in natürlicher Weise in eine mittlere, weitaus mächtigere Abteilung (b) von dickbankigen, wohlgeschichteten, dichten Kalksteinen ohne mergelige Zwischenlagen und in eine untere (a) und obere (c) Abteilung mit derartigen weicheren, mergeligen Zwischenmitteln.

a) Die Kalke der unteren Abteilung (Platynotazone) unterscheiden sich vom Werkkalk durch etwas dunklere, vielfach an die unteren grauen Kalke erinnernde Färbung, durch ihre grünlichen, von dem Glaukonitgehalt der Mergelzwischenlagen herrührende Beschläge auf Schichtflächen und Klüften und besonders durch ihre zähere, knollige Beschaffenheit. Die Fossilführung des Horizontes beschränkt sich mehr auf jene weichen Zwischenmittel.

b) Das Gestein der mittleren Abteilung (Region der Polyplocen) ist ein grobgebankter, tiefgrauer bis hellgelblichgrauer, fester Kalkstein von rauhem, großmuschligem oder klotzigem Bruche und sowohl hierdurch als durch zwei weitere Merkmale vom Werkkalk verschieden. Einmal durch das Auftreten von großen, tiefgrauen Flecken von scharfen, runden oder ovalen Umrissen, die auf die Konzentration des im Gesteine feinverteilten FeS_2 zurückzuführen sind. Und dann durch zahlreiche, bald in regelrechten Schnüren, bald unregelmäßig angeordnete Hornsteinknollen von runder und noch häufiger von ganz irregulärer, bizarrer Form. Man findet sie zumeist schon zu einem weißen erdigen Gestein zersetzt, das kleine bis winzige Partien von frischem, grauem Hornstein umschließt. In der Oberregion werden die Kalksteine dünnplattiger, mit splitterigem Bruche und gehen so über in die

c) obere Abteilung (Hauptregion der Pseudomonotis similis Goldf.)

Eingeleitet wird dieser Horizont durch eine 1 m mächtige Kalksteinbank, die petrographisch mit den oberen, durch dunkelblaugraue, erst braun, dann hellgelblichbraun verwitternde,

[1]) v. Ammon, Kl. Führer, S. 36.

klotzig brechende Mergelschiefer getrennten Kalksteinlagen übereinstimmt. Zum Unterschied von den übrigen Malmkalksteinen haben wir es hier zu tun mit einem hellbräunlichgelben, vielfach braun geflaserten, an Manganflecken und -dendriten reichen Kalkstein von unregelmäßigem, splittrigem, erdig rauhem Bruch, der bei der Verwitterung in unregelmäßig geschichtete, dünne, beim Anschlagen glockenhell erklingende Platten und Scherben zerfällt. Die Hornsteinführung setzt sich hier von unten herauf unverändert fort unter Ausschluß der Mergellagen.

6. Der obere Schwammkalk

ist vertreten durch mächtige Bänke eines gelblichgrauen, unreinen, rostbraun gefleckten, harten, sehr zähen, kieselreichen, von kristallinen Kalkspat ganz durchsetzten Kalksteines von unregelmäßig eckigem bis klotzigem Bruch, der sich aus den gelblichen Lagen der Similisregion allmählich herausentwickelt. An Hornsteinen ist dieser Komplex noch reicher als die Tenuilobatenzone.

Von den Riffkalken der unteren Malmstufen am Dillberge, mit denen er in dem Reichtum an Schwämmen übereinstimmt, unterscheidet sich dieser Schwammkalk von Hartmannshof auf den ersten Blick weniger durch die Färbung als durch dichte Beschaffenheit, größere Festigkeit, groben unregelmäßigen Bruch, Fehlen von Mergellinsen und -nestern, geringere Anzahl von Fossilien und vor allem auch durch die große Menge der in ihm enthaltenen Kiesel- und Kalkspatausscheidungen.

Verschieden sind vor allem auch die Verwitterungsprodukte beider Bildungen. Die unteren Schwammkalke zerfallen zu kleineren unregelmäßigen Trümmern. Den zähen, festen, oberen Schwammkalk aber trifft man zumeist in Gestalt von ansehnlichen, oft sogar mächtigen Blöcken, deren phantastisch unregelmäßige Formen einem treffenden Vergleiche Gümbels zufolge an die Knochen gewaltiger fossiler Lebewesen erinnern.

c) Dolomite.

Als typisches Gestein dieser Gruppe sei zunächst der Frankendolomit angeführt, der in charakteristischer, petrographisch ziemlich einförmiger Entwicklung den obersten Horizont der Malmablagerung im mittleren und nördlichen

Frankenjura bildet, während im Süden an seine Stelle bekanntlich sehr häufig und rasch wechselnde Faciesbildungen von zum Teil dünnplattiger, zum Teil marmorähnlich kristalliner Struktur treten.

In chemischer Hinsicht liegt, soweit die Beobachtungen reichen, niemals ein sogen. Normaldolomit vom Mischungsverhältnis Ca- : Mg-Karbonat = 1 : 1 vor, wenn auch der $MgCO_3$-Gehalt bisweilen sehr hoch wird und bis zu 43 %[1]) (statt 45,8 %) steigt. Daß stets ein Überschuß an $CaCO_3$ vorhanden ist, geht schon daraus hervor, daß das Gestein immer ein, allerdings manchmal recht schwaches, Brausen beim Betupfen mit kalter Salzsäure erkennen läßt. Der Frankendolomit ist somit ein außerordentlich stark dolomitischer Kalkstein, der dem echten, normalen Dolomitgestein vielerorts recht nahe kommt; ja es scheint nicht ausgeschlossen, daß stellenweise durch nachträgliche Auslaugprozesse, welche hauptsächlich das Kalkkarbonat in Lösungen fortführten, normale Dolomite hervorgegangen sind.

Nach dem liegenden oberen Schwammkalk zu verliert sich die Bittererde ganz allmählich und das Gestein geht ohne deutliche Grenzen in reinen Kalkstein über.

Die Art seiner Lagerung ist verschieden. An vielen Stellen bildet er klotzige, plumpe Felsmassen, welche ungeschichtet und unförmlich nur durch die Verwitterung und Zerklüftung ihre äußeren Formen erlangt zu haben scheinen. Bei genauerer Betrachtung nimmt man jedoch wahr, daß dem Dolomit keineswegs die Schichtung oder Absonderung in dicken Bänken gänzlich abgeht, daß vielmehr oft eine ausgesprochene dick- bis selbst dünnbankige Abgrenzung weicherer und härterer Dolomitvarietäten hervortritt, was bei der Verwitterung eine mauer- und ruinenähnliche Ausgestaltung vieler Felsgruppen zur Folge gehabt hat.

Fernerhin kann man die Beobachtung machen, daß z. B. bei Rupprechtstegen inmitten des Dolomits kalkige Lagen auftreten, daß also Dolomit- und Kalkbänke miteinander wechsellagern, ohne Spuren des Übergangs zu zeigen. Gümbel[2]) beobachtete in den unteren Regionen des Frankendolomites linsenartig eingelagerte, gelbliche und unregelmäßig zusammen-

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 136.

[2]) Gümbel, a. a. O., S. 106.

gesetzte Kalke, seine sogen. „Engelhardtsberger Schichten". Solche kalkreichen Partien scheinen der Verwitterung weniger Widerstand entgegenzusetzen, denn sie werden vielfach ausgelaugt, und es kommt dann zu der Herausbildung von kleinen und großen Höhlen, wie wir sie allenthalben im fränkischen Dolomitgebiet antreffen.

Im speziellen erweist sich der Frankendolomit als ein in frischem Zustande mittelgraues, verwittert graugelbliches, zuckerkörniges Gestein von häufig kavernöser Beschaffenheit. Die letztere Struktur wird dadurch hervorgebracht, daß es von kleinen und größeren unregelmäßigen, bald eckigen, bald rundlichen Hohlräumen durchsetzt ist, wodurch der Dolomit ein durchlöchertes und zerfressenes Aussehen erhält. Die Wandungen dieser kleinen drusenartigen Hohlräume sind häufig mit zierlichen freigelegten Dolomitspatkriställchen überdeckt. Es scheint sonach auch im kleineren Maßstabe eine lokale stärkere Anreicherung des Kalkgehaltes innerhalb des eigentlichen Dolomitgesteins zu bestehen, durch dessen Auslaugung es zur Herausbildung derartiger Drusen kommen konnte.

Im scharfen Gegensatz zu dem bunten Wechsel dieser geologisch interessanten Lagerungsform und makroskopischen Beschaffenheit des Dolomits steht seine ziemliche Einförmigkeit in mikropetrographischer Hinsicht. Im Schliff erweist sich das Gestein als eine gut kristalline Masse, in der sehr zahlreiche, selbständig ausgebildete Rhomboederchen porphyrartig eingebettet liegen.

Sehr reich erwies sich der Dolomit von Hartmannshof in seinen liegendsten Partien an unregelmäßig gestalteten und verteilten Hornsteinknollen, die wie die der tieferen Lagen in feines Kieselmehl zersetzt sind. Als große Seltenheit lieferte ein solcher Knollen uns winzig kleine Stufen von Bergkristall.

An dolomitischen Gesteinen ist unser Gebiet, abgesehen vom Frankendolomit, als arm zu bezeichnen.

Zu erwähnen ist hier nur noch eine harte, kompakte, kalkig-dolomitische, 20—30 cm mächtige Bank eines grauen, braun verwitternden, eisenoxydulreichen, dichten Gesteines von kristallinem Gefüge und unregelmäßigem, körnigem Bruch im Hangenden der Arietenstufe von Marloffstein. Seine Analyse ergab:

$CaCO_3$	. . .	36,78 %
$MgCO_3$	. . .	22,05 „
Fe_2O_3 } Al_2O_3	. . .	31,30 „
SiO_2	. . . .	4,50 „
H_2O	. . . .	5,37 „
		100,00 %

Das Gestein dürfte sonach wohl als Dolomitmergel zu bezeichnen sein.

C. Mergel.

Neben den Kalksteinen und dolomitischen Kalksteinen bilden mergelige Gesteine die in unserem Gebiet weitaus vorherrschende Facies. Sie treten im Malm, wie wir schon sahen, lediglich in Wechsellagerung mit jenen auf.

Im Dogger und Lias aber sehen wir sie in Gestalt mächtiger, konformer Bildungen den gesamten Dogger über- und unterhalb des Eisensandsteines und der Sowerbyizone zusammensetzen. Mergelig-tonige Sedimente und ihre Derivate bauen auch den gesamten mittleren und oberen Lias auf, abgesehen von den kalkigen Partien des γ- und ε-Horizontes.

Je nach dem Verhältnis von Ton zu Kalk sind sie von bald dichter, mehr oder minder gut mikrokristallinischer, bald von schieferiger oder erdiger Beschaffenheit. Nach diesem Gesichtspunkte lassen sie sich am besten in folgende drei größere Reihen gliedern:

a) Kalkmergel.
b) Mergelschiefer.
c) Tonmergel.

a) Kalkmergel.

Die Glieder dieser Gruppe finden wir bei Hartmannshof in Gestalt der echte Ooide führenden Gesteine sämtlich im mittleren Dogger vertreten und zwar in der Humphriesianus-, Parkinsoni- und Bifurcatenzone. Dazu kommen noch die Geoden der Varians- und Macrocephaluszone, die von den unteren Kalkmergeln durch die hier tonig entwickelte Ferrugineuszone getrennt werden. Zusammen mit den Tonen und Tonmergeln des oberen Dogger bilden sie die eigentlichen ooidischen Schichten des fränkischen Jura.

Ihrer petrographischen Beschaffenheit nach sind sie einander so ähnlich, daß es schwierig ist, die einzelnen auf so wenig mächtige Bänke beschränkten Schichtenglieder petrographisch auseinanderzuhalten. Sie sollen deshalb hier auch gemeinsam behandelt werden.

Im allgemeinen besitzen die Kalkmergel graue Farbe; jedoch machen sich je nach dem wechselnden Eisengehalt und dem Grade der Verwitterung auch gelbliche und bräunliche Nüancen bemerbar.

Wegen ihres hohen Kalkgehaltes sind sie in frischem Zustande ziemlich hart und von kleinmuscheligem bis splittrigem Bruch. Das Gestein der kalkreichen Geoden ist durch besondere Zähigkeit und Härte und großmuschligen Bruch ausgezeichnet.

Die bald dicken, bald dünnen Bänke zeigen schon in frischem Zustande eine starke Neigung zur horizontalen und vertikalen Zerklüftung. Verwittert zerfallen sie zu dem bekannten feinbröckligen Grus, aus dem man die Fossilien mühelos herausliest. Auf Vertikalklüften trifft man häufig reichliche Niederschläge von Kalksinter. Lokale Anhäufungen von Ooiden zu Nestern oder langgestreckten unregelmäßigen Linsen verleihen den Gesteinen nicht selten eine Art von Flaserung.

U. d. M. erweist sich das Gestein als ein sehr feinkörniges Kalkspataggregat, das bei starkem Tongehalt mehr oder weniger getrübt erscheint. Hat eine stärkere Durchtränkung mit Brauneisen stattgefunden, so macht sich eine intensivere bräunliche Färbung bemerkbar. Jedoch sind einzelne Bänke und so vor allem die Geoden der Varians- und Macrocephalenzone beinahe vollständig brauneisenfrei.

Kluftflächen der Kalkmergelbänke zeigen nicht selten Dendriten einer schwarzen manganähnlichen Substanz.

Die Beteiligung von Fossilresten am Aufbau der bankigen Gesteine ist vor allem dort eine beträchtliche, wo, wie in der Humphriesi- und Bifurcatenzone, eine reine Brachiopodenfacies entwickelt ist.

Wie schon oben erwähnt wurde, sind die gesamten Kalkmergel durch Ooidführung ausgezeichnet. Die ersten echten Ooide treten auf in der unteren Humphriesianusstufe, wenn auch noch ziemlich selten und in geringen Dimensionen. In den

höheren Horizonten werden sie größer und zahlreicher und verteilen sich hier ziemlich gleichmäßig auf den ganzen Schichtenkomplex einschließlich der Macrocephalenzone. Nur in den Knollen der Variansbank treten sie etwas zurück.

Nach unten zu gehen die Kalkmergel allmählich in den oben geschilderten Kalksandstein über. Diese Mittelglieder wären als sandige Kalkmergel zu bezeichnen.

b) Mergelschiefer.

Mergelschiefer finden wir durch das ganze Juraprofil hindurch hauptsächlich in dünnen Lagen als Zwischenmittel der einzelnen Kalk- und Kalkmergelbänke vor. Auch im Schieferton der Costatenstufe von Reichenschwand und Altdorf wurden sie beobachtet. Mitunter gelangen sie auch zu größerer Mächtigkeit, wie in den sogen. Papierschiefern von Lias ε und in der Opalinusstufe des Doggers. Für gewisse geologische Horizonte ist es oft schwer, eine scharfe Grenze nach dem Tonmergel hin festzulegen, da der äußere Habitus dieser Mergelschiefer von der Feuchtigkeit außerordentlich abhängig ist. Varietäten, die bei Trockenheit sich als typische Schiefer darbieten, quellen bei Feuchtigkeit auf, werden weich und mehr oder weniger massig und können alsdann nur noch als Tonmergel bezeichnet werden. Diese Schwierigkeit einer festen Bezeichnung bietet sich vornehmlich für die Mergel der Opalinusstufe sowie für diejenigen des oberen und mittleren Lias, die Jurensis-, Crassus- und Amaltheenmergel, die bald in dieser, bald in jener Form angetroffen werden.

Entsprechend ihrer weichen, von Gebirgsdruck unbeeinflußten Beschaffenheit ist die Schieferung der Mergelschiefer des fränkischen Jura im allgemeinen unvollkommen ausgebildet. Die Schichtflächen sind uneben und verlaufen selten parallel, so daß das Gestein bei der Verwitterung in mehr oder minder flache oder klobige Schollen und Bröckchen zerfällt, die schließlich zu Erdkrume werden. Eine Ausnahme hiervon machen nur die sogen. Papierschiefer der Lias ε-Schichten. Diese sind vorzüglich parallel struiert und lassen sich leicht in große, ebenflächige Scheiben aufblättern.

Vermöge ihrer Färbung lassen sich die Mergelschiefer des oberen Lias und untersten Doggers kaum voneinander unter-

scheiden. Sie sind fast durchgängig durch eine unreine, blaugraue Farbe ausgezeichnet. Nur die Papierschiefer zeigen wegen reichlicher Beimengung bituminöser Substanzen bräunliche und schwarzgraue Farbentöne. Die zwischen den Kalkbänken des Malm eingeschalteten Mergelschiefer spielen dagegen mehr ins Hell- bis Weißgraue hinüber. Eine Ausnahme bilden hier die Zwischenmittel der Platynota- und Similis-Schichten, die in frischem Zustande blaugraue bis braune Färbung besitzen. Hervorzuheben wäre übrigens noch, daß alle Mergelschiefer des Malm durch intensive pseudooolithische Struktur ausgezeichnet sind.

Die Mergelschiefer führen die mannigfaltigsten Einschlüsse. In fast allen wurde in äußerst feiner Verteilung Muscovit festgestellt.

Gips wurde in faseriger und holokristalliner Form im Costatenmergel (Lias δ) und im Opalinustonmergel angetroffen; durch beträchtlichen Gehalt an Eisenkies sind neben der Costatenstufe insbesondere die bituminösen Schiefer von Lias ε und vor allem die Mergelschiefer der Crassus-, Aalensis- und Opalinuszone ausgezeichnet. Als Versteinerungsmittel wurde Pyrit bezw. Limonit beobachtet in den Mergelschiefern der Costaten-, Posidonien-, Crassus- und Aalensis-, dagegen nicht in der Opalinuszone.

Glaukonit fand sich in Spuren im Mergelschiefer des mittleren Lias; als wichtiger Gemengteil aber nur in den Mergelschieferlagen der oberen Transversarius- und unteren und oberen Tenuilobatenregion. Schließlich stellen sich in den oberen Partien der Opalinusstufe auch zahlreiche, meist weißgraue Quarzkörnchen ein, die sich nach dem hangenden Eisensandstein hin stark häufen, so daß die oberste Lage dieses Mergels wohl als Sandmergel bezeichnet werden darf.

c) Tonmergel.

Die Gesteine, welche hierher zu rechnen sind, finden wir in erster Linie in den oberen Schichten des Doggers entwickelt, und zwar treffen wir sie dort hauptsächlich in der Ornaten-, Macrocephalen-, der unteren Ferrugineus- und Varianszone an. Auch ein den Dogger nach oben abschließendes, glaukonitisches Mergelbänkchen sowie zwei etwas verschieden voneinander aus-

gebildete dünne Lagen im Hangenden der Bifurcatenbank in Hartmannshof gehören hierher. Schließlich sind auch, wie schon bei der Besprechung der Mergelschiefer hervorgehoben wurde, die Schichten der Opalinus-, Jurensis-, Crassus- und Amaltheenstufe in gewissem Sinne als Tonmergel aufzufassen.

Wegen ihres stark überwiegenden Tongehaltes haben wir in ihnen keine kompakten, festen Gesteine mehr vor uns, sie sind vielmehr stets von bröckeliger, weicher und zum Teil von knetbarer Beschaffenheit. Die Tonmergel zeigen abweichend von den Mergelschiefern keine ausgesprochene Schichtung. An deren Stelle herrscht senkrechte und schräge Zerklüftung vor, so daß diese Gesteinsschichten in frischem Zustande als ein Gefüge von unregelmäßig polygonalen, klotzig brechenden Schollen erscheinen.

In mehr oder minder hohem Grade besitzen die Tonmergel die Fähigkeit, Wasser in sich aufzunehmen, aufzuquellen und dadurch wasserundurchlässig zu werden. Diese Erscheinung zeigt sich besonders in den kalkarmen, oberen Partien der Ornaten- und Opalinusstufe. Über beiden Tonmergeln sammeln sich hier die Sickerwässer der hangenden Schichten an und treten in zahlreichen Quellen zutage, so daß die oberen Grenzen dieser beiden Zonen als konstante Wasserhorizonte im Gelände leicht aufgefunden werden können.

Die Farbe der Tonmergel ist, wie diejenige der Mergelschiefer, zum größeren Teile eine unreine, blaugraue. Daneben treten auch lehmgelb gefärbte Arten auf. Die letztere Varietät ist in den beiden dünnen Bänkchen im Hangenden der Bifurcatenbank, in der unteren Ferrugineuszone, vor allem aber im Horizont des Ammonites macrocephalus zur Ausbildung gelangt. Auch der Jurensismergel erwies sich wiederholt (beispielsweise bei Hezlas am Leyerberge und bei Reichenschwand) reichlich mit lehmgelben, ockerigen Zwischenmitteln durchsetzt.

Außer den Tonmergeln des Lias und untersten Doggers sowie der Ornatenzone sind sämtliche hierher gehörige Horizonte ooidführend. Daß die Verteilung der Ooide sehr ungleichmäßig ist, wurde oben bereits bemerkt. Erwähnt sei hier deshalb nur ihr massenhaftes Auftreten im Hangenden der oberen Variansgeodenlage im (vielleicht genetischen?) Zu-

sammenhange mit lumachellenbildenden Anhäufungen von Schalen dieses Leitfossils.

In den mittleren Lagen des Macrocephalentonmergels verlieren sich die Brauneisenooide und an ihre Stelle tritt intensive Glaukonitführung. Dieses Mineral ist in Form kleiner Körnchen insbesondere den oberen Schichten der Macrocephalenzone ziemlich reichlich und in gleichmäßiger Verteilung eingestreut. Im Ornatentonmergel tritt es in den unteren und mittleren Partien mehr zurück und stellt sich erst in den höheren Schichten von neuem ein, doch erscheinen hier die Glaukonitkörnchen in nesterartigen Putzen konzentriert. Schließlich findet in einem in Hartmannshof durchschnittlich 6 cm mächtigen Bänkchen im Hangendsten des braunen Jura eine so starke Anhäufung des Glaukonits statt, daß das tonig-kalkige Bindemittel merklich zurücktritt und man diese Schicht wohl richtiger als Glaukonitmergel charakterisieren kann. Von allothigenen Mineralien findet sich Glimmer in Gestalt von Muscovit in feiner Verteilung in allen Tonmergeln und in verhältnismäßig starker Anreicherung besonders in den Schichten des oberen Doggers. Gips und Eisenkies wurden in den Tonmergeln nicht angetroffen, eine Tatsache, die mit bezug auf den Ornatentonmergel mit dem relativ hohen Gehalt des letzteren an phosphorsaurem Kalk zusammenzuhängen scheint. Damit steht denn auch der Mangel an pyritischen und limonitischen Fossilien im Einklang, welch letztere uns nur in tonigem oder phosphatischem Erhaltungszustande vorliegen.

D. Tone und Schiefertone.

Reine Tone spielen im fränkischen Jura im Verhältnis zu den übrigen Gesteinen nur eine unbedeutende Rolle. Im Malm fehlen sie vollständig. Im Dogger ist eine 0,5 m mächtige Tonlage in der oberen Ferrugineusstufe bemerkenswert. Mitunter erweist sich auch der Mergel der Opalinuszone als ziemlich kalkarm, und es überwiegt sodann lokal auch hier mehr der tonige Charakter. Ihre Hauptverbreitung finden die Tone im Lias. Ich traf hier fast kalkfreie Schiefertone in mehreren Lagen bis zu 2 m Mächtigkeit entwickelt im oberen Teile der Zone des Ammonites costatus Rein. bei Reichenschwand und Hezlas. Auch das 0,10 m

mächtige, den gesamten Lias β vertretende Bänkchen mit Ammonites planicosta Sow. ist abgesehen von dem Quarzgehalt rein tonig entwickelt. In erster Linie aber sind die Schiefertone der Angulatenstufe hierher zu rechnen, die bei Zapfendorf und Sassendorf NO. von Bamberg einschließlich der zwischengelagerten Sandsteinbänke ca. 10 m Mächtigkeit erreichen. Sie wechsellagern hier mit einzelnen Angulatensandsteinbänken und sind oft reichlich mit feinem Sand durchsetzt, so daß man diese Varietät teilweise als sandigen Ton bezeichnen muß[1]). Bezüglich ihrer Lagerungsform ist hervorzuheben, daß alle beobachteten Tone sich als mehr oder weniger gut geschiefert und stark zerklüftet erwiesen und nur dann ein festes, massiges Gefüge annahmen, wenn sie mit reichlichen Mengen Wassers in Berührung kamen. Überhaupt hält es im Gelände schwer, die Tone ihrer petrographischen Beschaffenheit nach von den Tonmergeln zu trennen. Alle für jene in Betracht kommenden Merkmale finden sich meist auch bei ihnen vor und erst durch ihr vollständig indifferentes Verhalten gegenüber Salzsäure tritt ihr wahrer Charakter kenntlich hervor.

Abweichend von den in Rede stehenden Schichten ist die Oberregion der Ferrugineuszone durch dunkelgraubraune bis schwarze Färbung ausgezeichnet. Ihrer Beschaffenheit nach ist diese Schicht die fetteste und massigste und deshalb auch die am wenigsten gut geschieferte Varietät aller Juratone. Ihr Kalkgehalt erscheint konzentriert in seltneren, kleinen, traubigen Kalkknöllchen, wie sie in größter Menge in dem darüberliegenden kalkreichen Macrocephalenhorizont auftreten.

Bemerkenswert ist vielleicht auch der von den übrigen oolithführenden Gesteinen abweichende Erhaltungszustand der Ooide als schwarze, zumeist eingedrückte Körper.

An Mineralien wurden hauptsächlich Glimmer, Eisenkies und Gips wahrgenommen. Der erstere findet sich in feiner Verteilung in allen Tonen und in besonderer Anreicherung in der Ferrugineus- und Angulatenzone vor. Eisenkies und Gips, der letztere in schöner spätiger Form, konnten vornehmlich im Schieferton des Ammonites costatus beobachtet werden.

---

[1]) Schrüfer, a. a. O., S. 73.

Wir haben demnach im Jura nachstehende einzelne Gesteinstypen vertreten:

A. Sandsteine.
- a) Eisenschüssiger Sandstein.
- b) Mergeliger Sandstein.
- c) Kalkiger Sandstein.

B. Kalksteine.
- a) Phanero-kristalliner Kalkstein.
- b) Dichter Kalkstein.
  1. Krypto-kristalliner Kalkstein.
  2. Mikroskopisch dichter Kalkstein.
- c) Dolomitischer Kalkstein.

C. Mergel.
- a) Kalkmergel.
- b) Mergelschiefer.
- c) Tonmergel.

D. Tone.
- a) Eigentliche Tone.
- b) Sandige Tone.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sind zwischen den Hauptgesteinstypen die verschiedentlichsten Übergänge geschaffen, die eine geschlossene Kette bilden, indem das Ende der Reihe, die Tone, mit dem Anfangsglied derselben, dem Sandstein, durch sandigen Ton verknüpft ist. Konglomeratische Gesteine wurden bei den Untersuchungen nicht angetroffen, es sei denn, daß man die an der Basis der Sowerbyizone auftretende Varietät des Kalksandsteins, der dort zahlreiche kleinere und größere Gerölle von Eisensandstein einschließt, als ein solches auffassen wollte.

III.

Oolithbildungen.

Die folgenden Bemerkungen behandeln in Kürze das Vorkommen und die makro- und mikroskopische Beschaffenheit der in den Gesteinen unseres Gebietes auftretenden Oolithe, speziell der Ooide. Es ist ihr Zweck, für die Lösung der Frage nach der Genesis der Ooide weiteres Material beizubringen. Mit der letzteren selbst beschäftigen sie sich dagegen nicht.

Oolithische Bildungen fanden sich im fränkischen Jura in drei verschiedenen Varietäten vor.

Als **Pseudooolithe** treten sie ausschließlich in den mergeligen Lagen des Malms und hier besonders reichlich in der Transversariusstufe auf. Es sind rundliche, zumeist ganz irreguläre Gebilde von regellos durcheinanderliegenden feinkörnigen Calcitaggregaten, die weder radiale noch konzentrische Struktur, noch einen Zentralkörper erkennen lassen.

Auch Gümbel[1]) bezeichnet das Auftreten von oolithischem Kalk im fränkischen Malm als Seltenheit. Die von ihm genannten Gesteine dieser Art, die Nerineenkalke von Gr. Mehring bei Ingolstadt sowie gewisse Bänke in den Steinbrüchen bei Offenstetten und bei Kelheim, gehören zu unseren Pseudoooiden.

Charakteristischer als die Pseudooolithe ist der zweite, die echten Ooide und die Pseudoooide umfassende Typ.

Echte Ooide.

Als echte Ooide bezeichnete Kalkowsky[2]) rundliche Körper mit reiner Lagen-, reiner Kegel- oder reiner Spindelstruktur. Die beiden letzteren Typen sind unter unserem Material nun überhaupt nicht vertreten. Die einzige in unseren Ooiden vorkommende Struktur ist vielmehr die Lagenstruktur, der konzentrisch-schalige Aufbau, gerade jener Typ also, der im Rogenstein nur ausnahmsweise beobachtet wurde. Dieser echte Ooidtyp findet sich im Frankenjura zumeist nur in Gestalt von Brauneisenooiden. Kalkooide wurden dagegen nur ausnahmsweise beobachtet.

Die chemische Analyse ergab für zwei in verschiedenem Grade braungefärbte Proben von echten Brauneisenooiden, die aus Tonmergeln des oberen Doggers ausgeschlemmt und unter dem Stereoskop ausgelesen wurden, folgende Werte:

1. Hellbraune Ooide (aus Schicht 16, Profil IX):

SiO_2	6,86 %
Al_2O_3	11,12 „
Fe_2O_3	66,52 „
Glühverlust . . .	13,75 „
	98,25 %

---

[1]) Gümbel, a. a. O., S. 134.

[2]) Kalkowsky, Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. Zeitschr. deutsch. geol. Ges. Bd. 60, S. 68 ff. Taf. 4—11, 3 Textfig. 1908.

Diese Werte, auf Kaolin und Brauneisen umgerechnet (Kaolin: $Al_2O_3 = 40$, $SiO_2 = 46$, $H_2O = 14$, und Brauneisen: $Fe_2O_3 = 86$, $H_2O = 14$), liefern folgendes Ergebnis:

Kaolin	14,90 %
Brauneisen teilweise mit Vertretung des Fe_2 durch Al_2	83,35 „
	98,25 %

2. Etwas dunkler gefärbte Ooide (aus Schicht 14, Profil IX):

SiO_2	8,32 %
Al_2O_3	6,35 „
Fe_2O_3	75,22 „
Glühverlust . . .	10,15 „
	100,04 %

Hier ist das Brauneisen schon stark in Roteisen übergegangen. Die Umrechnung ergibt folgende Zusammensetzung:

Kaolin	13,87 %
Brauneisen . . .	56,64 „
Fe_2O_3	26,51 „
SiO_2	1,02 „
	100,04 %

Die Größe der Brauneisenooide schwankt zwischen $^1/_3$ und 1 mm, ist im allgemeinen für alle Doggerschichten die gleiche und nimmt nur an der unteren Grenze ihres Vorkommens etwas ab.

Schon dem unbewaffneten Auge sichtbar, aber noch besser unter dem Stereoskop hervortretend, zeigen sie äußerlich die verschiedensten Formen. Bald herrschen längliche, bohnenförmige, bald plattgedrückte, linsenförmige, fast nie hingegen drehrunde Gebilde vor. Ihre Oberfläche ist zumeist mit einem netzartig sich zusammenschließenden System rotbrauner und deshalb sicherlich eisenreicherer Adern überzogen, die allem Anschein nach auf jene Risse zurückzuführen sind, auf die ich weiter unten noch zu sprechen komme.

Im Dünnschliff[1]) zeigen die Querschnitte der Oooide zumeist konzentrisch-schaligen Aufbau. Indessen treten die Grenzlinien

[1]) Das Anfertigen guter Dünnschliffe von den oolithischen Kalkmergeln des Doggers bietet einige Schwierigkeiten, da die weichen,

zwischen den einzelnen Schalen, welch' letztere allenthalben außerordentlich dünn zu sein scheinen, nicht deutlich hervor. Breitere ringförmige Partien der Ooide sind meist ganz gleichmäßig mit Brauneisen durchtränkt, so daß sie zunächst den Eindruck einer dicken Schale machen, die sich aber bei schärferer Beobachtung in eine Menge dünner Lagen auflöst, deren Grenzlinien selten als geschlossene Kurven auftreten, sondern nur noch als Bruchteile von solchen sich seitlich auskeilen und im übrigen mehr oder weniger verwischt sind. Sehr oft kann man auch Ooide beobachten, deren Querschnitte auffällig an diejenigen mancher Holzstämme erinnern, bei denen sich die Jahresringe auf der einen Seite dicht zusammendrängen, während sie auf der entgegengesetzten außerordentlich breit werden. Diese unregelmäßige Schalenstruktur der Ooide scheint dadurch hervorgebracht worden zu sein, daß ein anfangs rundliches Ooid wegen Mangels an Raum nach der einen Seite hin in seinem Wachstum gehemmt wurde, während sich an der freien Seite immer neue Schichten ansetzten. Als Ansatzpunkte für die Ablagerung der konzentrischen Brauneisenschalen kommen vorwiegend Fossilreste in betracht, aber auch Bruchstücke von Oiden selbst oder sonstige Gesteinsfragmente.

Die von Gaub[1]) im schwäbischen Dogger beobachteten, den Brauneisenschalen anliegenden sichelförmigen Gebilde, welche er als die Gehäuse gewisser Foraminiferen (Ophthalmidien) bestimmte, wurden in keinem der vorliegenden zahlreichen Präparate festgestellt.

---

ockerigen Brauneisenooide beim Schleifen sehr leicht herausbrechen. Erst nach verschiedenen Versuchen und einiger Übung erhielt ich brauchbare Schliffe. Als beste Methode erwies sich folgende:

Das auf der Glasplatte fein angeschliffene Schleifstück über der Flamme erhitzen, mit Xylol verdünnten Balsam auftropfen lassen, so einige Zeit kochen lassen. Nach dem Erkalten erneut anschleifen, bis alle Unebenheiten verschwunden sind und sofort auf Objektträger auftragen. Etwaiges Schief- oder Anschleifen des Trägers läßt sich leicht verhüten, wenn man auf die Ecken des Glases etwas Schellack aufträgt.

[1]) F. Gaub: a) Beteiligung gewisser Foraminiferen am Aufbau der Oolithe des mittleren und oberen Dogger. Centralbl. f. Min. etc., 1908, S. 584—589.

b) Die jurassischen Oolithe der schwäbischen Alb. N. Jahrb. f. Min. etc., 1908, Bd. II, S. 87—96.

Wie schon oben erwähnt, erweisen sich die Ooide u. d. M. als ungemein rissig. Die Sprünge sind durchgängig wegen stärkerer Umsetzung ihres Brauneisens zu Roteisen dunkler gefärbt als die eigentliche Ooidsubstanz, und sie durchsetzen zumeist radial verlaufend, mitunter aber auf kleine Strecken auch konzentrischen Absonderungszonen des Brauneisens folgend, die ganzen Ooide.

Der Grund für diese starke, innere Zertrümmerung wäre vielleicht darin zu suchen, daß die zunächst stark wasserhaltigen Brauneisenooide sich durch Wasserabgabe mehr und mehr in Roteisen umsetzten, wodurch eine innere Kontraktion hervorgerufen wurde, welche die Sphärolithe auseinandersprengte.

Erfolgte dieser Vorgang an der Sonnenwärme und Luft bei solchen Ooiden, die durch irgendeinen Vorgang mit den Atmosphärilien in direkte Berührung traten, so zerfielen sie wohl ganz; ihre Bruchstücke wurden alsdann von neuem umkrustet, so daß es zur Herausbildung von sogen. „Hemiooiden" kam, sphärolithischen Gebilden, die nach Kalkowsky den Bruchteil eines Ooides als zentralen Kern einschließen.

Im allgemeinen dürfte sich bei den Ooiden die mehr oder minder starke Umsetzung von Braun- zu Roteisen erst dann abgespielt haben, als sie der Wasserbedeckung entrückt waren und der von Ooiden durchsetzte Tonmergelschlamm austrocknen bezw. bei reichlicherem Kalkgehalt sich zu oolithischem Kalkmergel verfestigen konnte. War letzteres der Fall und überwog hierbei der Kalkgehalt in hervorragendem Maße, so löste das von den Ooiden abgegebene Wasser wohl den Calcit der umgebenden Gesteinsmatrix auf und schied ihn später wieder in Form von grobkristallinen Kalkspat ab. Derartige charakteristische Ooide mit bald schmalerem, bald breiterem Calcitsaum treten uns in bezeichnender Form in den harten, knolligen Kalksteinen des Bathonien entgegen.

Pseudoooide [1]).

Unter dieser Benennung werden hier rundliche Körper verstanden, die den echten Ooiden makroskopisch nicht selten

---

[1]) Diese Bezeichnung hat sich im Erlanger Institut für die nachstehend beschriebenen Körper eingebürgert.

täuschend ähneln. Sie zeigen höchstenfalls nur Andeutungen von konzentrisch-schaligem Autbau. Hierher sind zu rechnen die kalkigen Oolithe des obersten Malms im südlichen Frankenjura und ferner ein besonderer mit den echten Brauneisenooiden leicht zu verwechselnder Typ, der im Eisensandstein und vor allem im Kalksandstein der Sowerbyizone vorkommt. Es sind winzigkleine Gebilde, die schon bei unbewaffnetem Auge wegen ihres goldigen Schillers auffallen.

U. d. M. erweisen sie sich als kleine, von dünnen Oxydhäutchen überzogene Quarzkörnchen. Die Häutchen schwellen vielfach an und runden alsdann als dicke, meist strukturlose, dunkelbraune Umhüllungen die Kanten und Ecken der Körner ab. Diese Gebilde haben je nach der Gestalt der Quarzkörner die verschiedensten Formen. Häufig kommt es vor, daß mehrere durch Brauneisen verkittete Quarzkörner von einer gemeinsamen Brauneisenhülle umrindet werden. Solche Formen rufen fälschlich den Eindruck mehrkerniger Ooide hervor.

Zur Genesis der im fränkischen Jura auftretenden Brauneisenooide möchte ich noch bemerken, daß ich in Anbetracht ihrer Strukturen eine Entstehung auf organischem Wege für ausgeschlossen halte. Link[1]) und seine Schüler[2]) und neuerdings auch Fischer[3]) haben auf experimentellem Wege den Beweis dafür erbracht, daß sich im Meerwasser das Calciumkarbonat unter gewissen, hier nicht näher zu erörternden Bedingungen in sphärolithischer Form von der obigen Struktur auszuscheiden vermag. Der Bildung von Brauneisenooiden dürften wohl ganz analoge Verhältnisse zugrunde liegen, so daß man sie also mit großer Wahrscheinlichkeit als das anorganische Ausscheidungsprodukt eisenreicher Gewässer ansehen kann. Für die von Reuter ausgesprochene Ansicht, die Brauneisenooide des fränkischen Doggers seien sekundäre, aus Kalkooiden hervorgegangene Gebilde, spricht wohl die Tatsache, dass man in den geröllführenden Kalksandsteinen der Sowerbyi-

---

[1]) G. Link, Die Bildung der Oolithe und Rogensteine. N. Jahrb. f. Min. u. s. w. XVI. Beil.-Band, 1903.

[2]) K. Krech, Beitrag zur Kenntnis der oolithischen Gesteine des Muschelkalkes bei Jena. Inaug.-Diss. Jena 1909.

[3]) H. Fischer, Experimentelle Studien über die Entstehung der Sedimentgesteine. Monatsber. deutsch. geol. Ges. Nr. 3, 1910.

zone von Hersbruck, also an der unteren Grenze der Ooidbildungen, zahlreiche echte Kalkooide beobachten kann, welche in den verschiedensten Graden mit Limonit infiltriert sind; dagegen aber ist es doch auch wieder auffallend, dass bei vielen Brauneisenooiden in anderen Gesteinen Kalk auch nicht in Spuren nachweisbar ist.

IV.

Der letzte Abschnitt der Arbeit bringt die Profile, welche dem petrographischen Studium der einzelnen Horizonte als Unterlage dienten. Einige davon, wie die Gliederung des oberen Lias bei Banz und Hezlas und des Doggers und Malms von Hartmannshof waren früher schon Gegenstand der Untersuchung. Doch basierte sich diese dann, wie bei Banz, entweder auf andere, inzwischen verfallene Aufschlüsse, oder es wurden, wie durch den rasch fortschreitenden Steinbruchsbetrieb bei Hartmannshof, die älteren, vortrefflichen Profile von Gümbel[1]) und v. Ammon[2]) in verschiedener Hinsicht verändert. In dem Hezlas-Profil endlich durch den oberen Lias sind die Aufnahmen von Baldus[3]) mit berücksichtigt worden.

A. Lias.

Der Lias findet sich in der Umgebung Erlangens nur wenig gut aufgeschlossen vor. Einige Ziegeleien bauen einzelne seiner Ton- und Tonmergelschichten ab. Doch gewähren ihre Gruben meist nur einen Einblick in etwas Humus und den zum Abbau gelangenden Ton. Ich kann infolgedessen im Nachstehenden kein einheitliches, an ein und demselben Orte den gesamten Lias durchgreifendes Profil geben, muß mich vielmehr darauf beschränken, an verschiedenen Stellen aufgenommene Einzelprofile anzuführen.

Das Liegende des Lias bildet das Rhät in der Ausbildung als weißgraue, seltener gelbliche, mittel- bis feinkörnige, massige, senkrecht zerklüftete, vielfach unregelmäßig oder diagonal geschichtete, bis 10 m mächtige Bausandsteine, die durch pflanzenführende Tone nach oben abgeschlossen werden.

---

[1]) Frankenjura, S. 419.
[2]) Kl. geol. Führer, S. 36.
[3]) Hezlas-Gebirge, S. 17 ff.

Der Abbau dieser Sandsteine entblößt vielerorts auch die Schichten des untersten Lias, der in der Erlanger Gegend zuverlässig erst mit der Arietenstufe beginnt. Brauchbare neuere Aufschlüsse in der Angulatenregion finden sich erst im Bereiche der Liasinsel westlich Scheßlitz, also weit außerhalb unseres eigentlichen Forschungsfeldes. Hier beobachtete ich bei Zapfendorf, etwa 20 km NNO. von Bamberg, das folgende Profil:

Profil I. (Angulatenstufe bei Zapfendorf.)

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
9	Grobkörniger Arietensandstein, nur teilweise vorhanden, nach oben in Waldboden übergehend.	0,75
8	Weißgraue, massige Tonlage, oft sich seitlich auskeilend.	ca. 0,15
7	Gelbgrauer, stark sandiger, glimmerreicher Ton, bald mehr oder weniger gut geschiefert.	2,10
6	Gelbe, feinkörnige, ungegliederte Sandsteinbank von schwankender Mächtigkeit. Wellig verlaufend, diskordant geschichtet; reich an Cardinien, Turritellen.	ca. 0,65
5	Gelbgrauer, sandiger Ton wie 7, reichlich „Schwedenkugeln“ einschließend.	1,00
4	Dunkelgrauer, sandfreier, leicht geschieferter Ton.	ca. 1,00
3	Schwarzer, sandfreier Ton.	0,20—0,30
2	Dunkelgrauer, sandfreier Ton wie 4.	3,50
1	Grünlichgraue und gelbliche, feinkörnige Sandsteinplatten in Wechsellagerung mit gelbgrauem, sandigem, teilweise gut geschiefertem Ton; erstere reich an Cardinien.	ca. 3,00

Im Liegenden Rhätsandstein.

Die Arietenstufe fand sich in ihrer größten Mächtigkeit nordwestlich von der Wunderburg bei Marloffstein, das Planicosta-

Bänkchen in dem alten Steinbruch des Waldstückes Wellucken nordöstlich von der Wunderburg aufgeschlossen vor. Das Profil ist hier folgendes:

Profil II. (Arieten- und Planicostastufe von Marloffstein.)

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
8	Toniges, mit Quarzkörnern durchspicktes, hellblaugraues Bänkchen, reich an weißen, gleichfalls mit Quarzkörnern durchsetzten, rundlichen Geoden mit zahlreichen Exemplaren von *Aegoc. planicosta* Sow.	0,10
7	Sehr feste und harte, senkrecht zerklüftete Bank eines dolomitischen Kalksteins.	0,32
6	Bröcklige, reichlich mit tonigem Material durchsetzte und deshalb grau gefärbte Lage von grobkörnigem Arietensandstein.	0,16
5	Kompakter, dunkelrotbraun gefärbter, limonitreicher Arietensandstein.	0,16
4	Graue Sandsteinlage wie 6.	0,20
3	Dunkelrotbrauner Sandstein wie 5.	0,20
2	Unregelmäßig geschichteter, stark zerklüfteter, gelbbrauner Sandstein.	0,90
1	Kalkfreier, mit HCl nicht brausender Arietensandstein, reichlich kleine Rollstücke von Angulatensandstein einschließend.	0,30
	Im Liegenden eine dünne Lage eines bräunlichgrauen, milden, ziemlich feinkörnigen, glimmerreichen Sandsteins. Eventuell Angulatenregion.	0,05

In geringerer Mächtigkeit und wesentlich kompakterer Ausbildung in Gestalt zweier festen z. T. quarzitischen, z. T. mergelig-kalkigen Sandsteinbänke findet sich die Arietenstufe in dem großen Steinbruch bei Forchheim-Reuth, dessen Schichtenfolge durch Spohn eingehend dargestellt wurde. Sein Profil ist im allgemeinen auch heute noch gültig.

Profil III durch den unteren und z. T. mittleren Lias von Forchheim-Reuth[1]**.**

	Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
Lias γ	14	Hellgrauer Mergelschiefer mit Nestern von Eisenocker, versteinerungsleer.	1,05
	13	Mergelschiefer wie 14, etwas dunkler.	2,30
	12	Etwa 12 dünne Lagen von dünnblättrigem, grauem Schieferton, durch fingerdicke Lagen von Toneisenstein voneinander getrennt.	0,80
	11	Dunkelgrauer, sehr dünnblättriger Mergelschiefer, versteinerungslos, mit ockrigen Putzen.	0,35
	10	Hellgrauer, dickbankiger Mergelschiefer mit Knollen von Eisenkies und mit Gips.	1,15
Lias β	9	Dünnblättriger, etwas dunkler Letten mit Quarzkörnern und Phosphoritknöllchen mit *Aegoc. planicosta* Sow.	0,10
	8	Toneisensteinlage mit charakteristischen, zylindrischen Absonderungsflächen.	0,07
	7	Dunkler, dünnblättrig verwitternder Letten.	0,55
	6	Eisenschüssiger, sandiger Lehm, durchspickt mit groben Quarzkörnern und mit Einlagerungen von Gelbeisenerz.	0,15
Lias α_3	5	Rotbrauner, kompakter, mergeliger Arietensandstein mit Gryphaeenresten.	0,50
	4	Rotbrauner mergeliger Sandstein.	0,10
	3	Harter, schokoladenbrauner, z. T. quarzitischer, kalkfreier Sandstein.	0,50
Rhät	2a	Gelber, sehr milder und fetter Schieferton durchsetzt von zahllosen, flach linsenförmigen, eisenreichen Knöllchen.	0,25
	b	Dunkelgrauer, fetter Schieferton mit zahlreichen, undeutlichen Pflanzenresten.	0,14

[1]) Das Profil stützt sich unter einigen Abänderungen auf die Gliederung von Spohn, a. a. O., S. 2 ff.

	Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
Rhät	c	Weißlichgrauer, stellenweise rötlich gefleckter, glimmerführender, magerer Letten, knollig struiert wie 2a.	0,80
	1	Heller, unregelmäßig oder kreuzgeschichteter, senkrecht zerklüfteter, fein- bis grobkörniger Bausandstein.	7,00

Liegendes: Rhätischer Bausandstein.

Mit den über dem Planicostahorizont folgenden Lagen 10—14 findet Lias γ nach oben hin keineswegs seinen Abschluß. Vielmehr konnte die Fortsetzung des obigen Profils in einigen kleineren Aufschlüssen einige Hundert Meter weiter nördlich am Waldsaum studiert werden in Gestalt eines blaugrauen, gelb verwitternden Mergelschiefers mit zahlreichen Fossilien, die für die Vertretung von ober-γ sprechen. So: *Belemnites paxillosus numismalis* Qu., *Aegoc.* cfr. *maculatum* Schl. und *Lytoc. fimbriatum* Sow.

Brauchbare Aufschlüsse in der Unterregion von Lias δ sind zurzeit nicht vorhanden. Der beste Aufschluß in der Oberregion, den mächtigen Costatenschichten, bietet sich in einer Tongrube NO. vom Bahnhof Reichenschwand. Das Liegendste bilden hier die Cyprismergelschiefer. Im Hangenden ist der obere Lias gut aufgeschlossen.

Profil IV. (Costatenschichten und oberer Lias bei Reichenschwand.)

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
14	Blaugrauer Opalinustonmergel, nach oben in Wiesenboden übergehend.	1,20
13	Blaugrauer, aber stark mit gelbbraunem, ockerigen Material durchsetzter Aalensismergel (Lias ζ) mit verkalktem *Ammonites aalensis* Ziet.	1,00
12	Dunkelgraue, außerordentlich fossilreiche Kalkbank (Knochenbreccie, Lias ε).	0,10
11	Mergelschiefer.	0,02

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
10	Hellgraue, sehr feste Kalkbank, größere Ammoniten und winzig kleine Muschelschalen reichlich einschließend.	0,15
9	Eine Lage dünner, stark verwitterter Kalkbänkchen mit reichlichen, gelbbraunen, mergeligen Zwischenmitteln, die teilweise den Kalk ganz verdrängen. (Lias ε.)	0,15
8	Hellgraue Kalkbank wie 9.	0,15
7	Mergelschiefer wie 10.	0,07
6	Kalkbank wie 9. (Lias ε.)	0,06
5	Gelbbrauner, erdiger Mergel, oben fein geschiefert. (Lias δ.)	0,15
4	Blaugrauer, auf den Kluft- und Schichtflächen rostbraun beschlagener Schieferton. Auffällig reich an Gips und Eisenkies und Geoden von Toneisenstein und phosphorsaurem Kalk.	2,00
3	Graue, knollige Kalkbank.	0,10
2	Blaugrauer Mergelschiefer.	4,50
1	Helle, gelblichgraue *Cypris*mergelschiefer, fossilreich, nach oben abgeschlossen durch eine mergelige Kalkbank mit *Amaltheus costatus* Rein.	

Liegendes: Tiefere Schichten von Lias δ; nicht aufgeschlossen.

Was den in diesem Profil bereits erschlossenen oberen Lias anbetrifft, so ist Lias ε hier bemerkenswert wenig mächtig und vorherrschend kalkig entwickelt. Das ändert sich nun in nördlicher Richtung wesentlich. So steigt dessen Gesamtmächtigkeit im Rentbrunnen bei Hezlas auf 4,70 m und bei Banz sogar auf 8,25 m. Hand in Hand damit treten die Kalksteinbänke dem Anschwellen der Papierschiefer gegenüber an Mächtigkeit erheblich zurück.

Eine Abscheidung der Crassuszone (ε/ζ) wurde, weil außerhalb unserer Aufgabe gelegen, nur dort vorgenommen, wo sie, wie bei Hezlas, Banz und Hausheim, in eigener petrographischer Differenzierung auftritt.

Der Aalensismergel (ζ) erwies sich durchweg als ein Horizont von ziemlich konstanter Facies und Mächtigkeit.

Das Profil bei Hezlas gliedert sich folgendermaßen:

Profil V. (Oberer Lias bei Hezlas.)

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
21	Bläulichgrauer, mit gelblichbraunem Ton und Ocker durchsetzter, bröckeliger Aalensis-Mergel. *Grammoc. aalense* Ziet. (verkalkt). (Lias ζ.)	ca. 0,60
20	Schokoladenbraune bis schwarze, feste, an der Oberfläche zerfressene Kalkbank, reich an *Bel. digitalis* Schl. (Crassus-Zone; ε/ζ).	0,03
19	Graubraune, hellgrau verwitternde, sehr harte Kalksteinbank, mit Nr. 20 teilweise fest verwachsen.	0,06
18	Mergelschiefer, oben sehr dünnblättrig und von dunkelbrauner Farbe, nach unten zu dickblättriger und schwarzgrau gefärbt (ε).	0,88
17	Graubraune, hellgrau verwitternde Kalksteinbank, bei der Verwitterung dünnplattig zerfallend.	0,10
16	Graue, sehr harte Kalksteinbank, zum Teil plattig ausgebildet.	0,15
15	Grauer Mergelschiefer, gut parallel struiert.	0,35
14	Kalksteinbank von schwankender Mächtigkeit, wellig verlaufend.	0,08
13	Mergelschiefer wie 15.	0,25
12	Kalksteinbank, plattig ausgebildet, zum Teil mit mergeligem Zwischenmittel.	0,09
11	Mergelschiefer wie 15.	0,66
10	Kalksteinbank, sehr fest und fossilreich.	0,13
9	Mergelschiefer wie 15.	0,63
8	Kalksteinbank mit 0,04 m mergeliger Zwischenlage.	0,17
7	Mergelschiefer wie 15, schwankend in seiner Mächtigkeit, durchschnittlich	0,50
6	Kalksteinbank.	0,35

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
5	Mergelschiefer.	0,12
4	Kalksteinbank, wellig verlaufend.	0,06
3	Mergelschiefer, reich an Fischschuppen (ε).	0,08
2	Tonig-ockerige Lage, runde, kartoffelförmige bis brotlaibgroße phosphoritische Geoden einschließend (δ).	0,15
1	Grünlichgrauer Schieferton, braun beschlagen, die in 2 enthaltenen Knollen führend, welche *Amaltheus costatus* Rein. einschließen (δ).	0,30

Liegendes nicht aufgeschlossen.

Profil VI. (Posidonien- und Crassuszone von Unnersdorf bei Banz.)

Im Hangenden gelblicher Tonmergel mit Diluvium vermischt.

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
21	Schwarzgrauer, gelblich verwitternder und plattig ausgebildeter Mergelkalk, reich an *Inoceramus dubius* Sow. (Zone des *Ammonites crassus*; Lias ε/ζ.)	1,10
20	Grauer, unregelmäßig geschieferter Mergelschiefer. (Lias ε.)	0,65
19	Graue, gelblich verwitternde, wellig verlaufende und oft seitlich sich ganz auskeilende bituminöse Stinkkalkbank mit zahlreichen Fossilresten auf den Schichtflächen. *Pecten contrarius* v. Buch.	0,15
18	Grauer, feinblättriger Mergelschiefer.	1,10
17	Graue, ziemlich gleichmäßig mächtig ausgebildete Kalksteinbank.	0,12
16	Dunkelgrauer, wohlgeschichteter Mergelschiefer.	1,70
15	Graue, zackig und kleinmuschelig brechende, außerordentlich fossilreiche und harte Kalksteinbank voll von *Pseudomon. substriata* Schl. (Monotisplatte).	0,16

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
14	Dunkelgrauer, fossilreicher Mergelschiefer wie 16.	0,25
13	Harte Stinkkalkbank wie 19, sehr reich an *Inoceramus dubius* Sow.	0,10
12	Dunkelgrauer Mergelschiefer wie 16. Reich an Belemnitenresten.	0,30
11	Wellig verlaufende Stinkkalkbank wie 19.	0,10—0,03
10	Heller gefärbter Mergelschiefer.	0,12
9	Harte, teilweise splitterig brechende Stinkkalkbank mit Flaserzügen eines weißlichgrauen, mikroskopisch dichten Kalksteins und dadurch leicht von den übrigen Bänken zu unterscheiden.	0,20
8	Hellgrauer, noch ziemlich frisch erhaltener, dickblättriger Mergelschiefer.	0,22
7	Kalkbank wie 19.	0,15
6	Mergelschiefer wie 10.	0,95
5	Kalkbank wie 19.	0,12
4	Mergelschiefer wie 10.	0,55
3	Kalkbank wie 19, bald zu starken bis 40 cm dicken Linsen anschwellend, bald sich vollständig auskeilend.	0,20
2	Mergelschiefer wie 10, mit *Inoceramus dubius* Sow. (L. ε).	1,10
1	Blaugrauer, im oberen Teile reichlich mit braunem Eisenocker durchsetzter Tonmergel bis Mergelschiefer mit unregelmäßig eingestreuten Phosphorit- und Toneisensteinknollen und brotlaibgroßen Kalkgeoden; erstere mit *Amaltheus costatus* Rein. (Lias ob.-δ.)	ca. 7,00

Ein weiteres und etwas anders ausgebildetes Profil durch den oberen Lias wurde in Hausheim am östlichen Abhange des Dillberges aufgenommen.

Profil VII. (Oberer Lias von Hausheim bei Neumarkt i. O.)

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
6	Blaugrauer Opalinustonmergel in den tiefsten Lagen mit *Astarte Voltzi* Goldf., *Belemnites subclavatus* Voltz. (Dogger *α*.)	ca. 30,00
5	Blaugrauer, wohlgeschieferter, toniger Mergel mit *Grammoc. aalense* Ziet., verkiest und verkalkt. (Lias ζ.)	1,00
4	Blauer, dünnschiefriger Kalkmergel mit *Coeloc. crassum* Y. und B. und zahllosen *Belemnites digitales* Schl. (Lias ε/ζ.)	0,75
3	Feste Kalkbank, fast nur aus Schalen von *Pseudomonotis substriata* Schl. bestehend (Monotisbank). (Lias ε.)	0,30
2	Dickbankige, bituminöse Stinkkalke mit nur geringem, mergeligem Zwischenmittel. (Lias ε.)	0,40
1	Blaugrauer, zum Teil weicher und knetbarer, geschieferter Amaltheenmergel mit harten Knollen und zahlreichen Belemnitenbruchstücken. (Lias δ.)	1,20

B. Dogger.

Weit geeignetere Aufschlüsse als für den Lias bietet unser Gebiet für Dogger und Malm. Insbesondere bei Hartmannshof finden sich prachtvolle, durch die in großem Maßstabe betriebenen Steinbruchanlagen geschaffene Entblößungen. Angesichts der Tatsache, daß hier der ganze Dogger vom mittleren Eisensandstein ab und der Malm bis hoch in den Frankendolomit hinauf lückenlos in konkordanter Lagerung zutage liegen, können wir diese auf eine Breite von mehreren Hundert Metern freiliegenden Aufschlüsse ohne Übertreibung als das beste und wegen der normalen Ausbildung der einzelnen Schichtglieder auch als das instruktivste Profil im Frankenjura bezeichnen. Mit Bezug auf die angeführten Horizonte konnten wir uns deshalb auch auf das Studium dieser einen Lokalität nahezu beschränken. Für den Eisensandstein (Murchisonaestufe, Personaten-[Pumilus-] sandstein) trifft das allerdings nicht zu. Obwohl dieser mächtige Horizont als markanteste Steilstufe des Doggers durch Erosionsfurchen und Weganlagen an zahllosen Orten entblößt ist, hält es

doch schwer, wirklich gute, durchgreifende Profile ausfindig zu machen. Als verhältnismäßig günstige Vorkommen kommen hier etwas außerhalb unserer engeren Grenzen der Ostabfall des Dillberges und die Westflanke des Ottenberges bei Neumarkt i. O. in Betracht. Aber auch hier erwies sich das im übrigen für unseren Zweck geeignetste Profil im Hohlweg östlich Kadenzhofen in seinem Liegenden infolge von Abrutschungen und Verstürzungen der tiefsten Horizonte des Eisensandsteins auf wasserführendem Opalinustonschiefer als nicht einwandfrei aufgeschlossen.

Profil VIII. (Kadenzhofen.)

Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit.	Mächtigkeit in m.
15	Gelblichgrauer, weicher und oberflächlich zu gelbem Sand zerfallender Sandstein. Dickbankig ausgebildet.	3,00
14	Gelblichgrauer, harter, mit HCl stark brausender, dünnplattig zerfallender und karrenartig verwitternder Sandstein.	1,0—2,0
13	Dunkelroter, weicher, sehr eisenreicher Sandstein.	4,00
12	Gelber, rotgebänderter Sandstein, lokal kalkhaltig und dann karrenartig verwitternd.	4,00
11	Gelblichbraune, feste Kalksandsteinbank. Stark zerklüftet und plattig zerfallend.	1,00
10	Gelber, weicher Sandstein, schwach rot gebändert, zwei dünne 5—10 cm mächtige und wellig verlaufende Roteisenerzflötze einschließend.	4,00
9	Mit dünnen Tonlagen durchsetztes Roteisenerzflötz von schwankender Mächtigkeit. Durchschnittlich	0,40
8	Grauer, gelblich u. rötlich gebänderter Sandstein.	2,00
7	Rotbrauner Sandstein.	0,70
6	Orangegelber Sandstein.	1,00
5	Weiß-grauer Sandstein.	0,70
4	Rotbrauner Sandstein wie 7.	0,80
3	Orangegelber Sandstein wie 6.	1,20
2	Sandiger Ton.	0,90
1	Gelblichbrauner und weißlichgrauer Sandstein von unbestimmbarer Mächtigkeit.	

Profil IX. (Dogger von Hartmannshof.)

Dogger	Zonen nach Quenstedt	Zonen nach Oppel	Schicht Nr.	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
Kallovien	ζ	Ornaten-Stufe	19	Grünlichgraues, glaukonitisches Tonmergelbänkchen.	0,06
			18	Dunkelgraubrauner, unregelmäßig zerklüfteter, auf den Kluftflächen mit Eisenoxyd beschlagener, glimmerreicher Ton mit großen, schwarzgrauen, von weißen Calcitadern durchtrümerten Phosphoritkonkretionen. *Cosmoc. ornatum* Schl.	1,50
			17	Bräunlichgelber, glimmerreicher Mergelschiefer mit bis gänseeigroßen, hellen, glaukonitführenden Phosphoritkonkretionen. *Reineckia anceps* Rein., *Cosmoceras Jason* Rein.	1,10
		Macrocephalen-Zone	16	Gelbbrauner, zerklüfteter, auf den Kluftflächen hellgrau bis blau beschlagener Tonmergel. Oben glaukonitisch, unten ooidisch. Phosphoritkonkretionen mit Ooiden und Glaukonitkörnern. *Macrocephalites macrocephalum* Schloth.	3,00
Bathonien	ε	Varians-Zone	15	Gelbbrauner, bröckliger Tonmergel, zwei in 0,15 m Entfernung übereinanderlagernde harte Kalkmergelbänke von 0,12 und 0,08 m Mächtigkeit einschließend. *Oppelia fusca* Qu., *Rhynchonella varians* Schl.	0,50
		Ferrugineus-Zone	14	Fetter, dunkelbrauner, auf den Kluftflächen blauschwarz beschlagener Ton mit vereinzelten abgerollten Quarzkörnern. Im Liegenden eine hellgelblichbraune, kalkreiche, stark fossilführende Mergellage, 0,10 m mächtig, mit *Parkinsonia ferruginea* Opp., *Ostrea Knorri* Ziet.	0,70

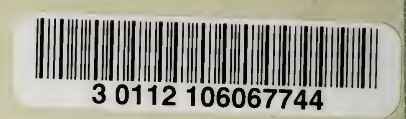
Bajocien	ε	Parkinsoni-Zone	13	Lehmgelber, schwach zerklüfteter, stark mit Mangan beschlagener Tonmergel mit grauer, gelb verwitternder, oolithischer Kalkmergelbank. *Belemnites canaliculatus* Schl.	0,20
			12	Graue, rotbraun verwitternde, sehr harte Kalkmergelbank.	0,20
			11	Gelbbraunes Tonmergelbänkchen. *Rhynch. acuticosta* Ziet.	0,08
			10	Rotbraunes Tonmergelbänkchen. *Aulacothyris carinata* Lam.	0,07
	δ	Bifurcaten-Bank	9	Blaugraue, braunverwitternde Kalkmergelbank, zu unregelmäßigen Platten zerfallend. *Cosmoc. bifurcatum* Qu., *Belemnites giganteus* Schl.	0,24
		Humphriesianus-Zone	8	Gelblich verwitternder Kalkmergel. Im Hangenden eine dünne Lage von ooidreichem Mergelschiefer.	0,26
			7	Hellbrauner, sandiger, auf den Kluftflächen dunkelbraun beschlagener Kalkmergel. Schließt vereinzelt quarzitische und tonige Gerölle ein. *Aulacothyris carinata* Lam., *Gresslya gregaria* Ziet., *Bel. giganteus* Schl.	0,47
			6	Braungelber, stark sandiger Kalkmergel. Zerfällt durch dünne, tonigmerglige Zwischenlagen in drei Bänke. Unbestimmbare Fossilreste. Crinoidenstielglieder.	0,44
	γ	Sowerbyi-Zone	5	Brauner, mergeliger Sandstein. Durch tonigmergliges Zwischenmittel in vier einzelne Bänke zerfallend.	1,84
			4	Graues Mergelschieferbänkchen.	0,04
			3	Hellbrauner, senkrecht und schräg zerklüfteter, harter Kalksandstein. Reichlich mit Eisenocker und Gips durchsetzt. *Trigonia* sp., *Nucula* sp.	0,75
			2	Rotbrauner, feinkörniger, mergliger Sandstein.	0,20
	β	Oberregion der Murchisonae-Zone	1	Dunkelbrauner und gelblicher, feinkörniger Eisensandstein. Nicht vollständig aufgeschlossen.	etwa 40,0

Profil X. (Malm von Hartmannshof.)

Malm	Zonen nach Quenstedt	Schicht	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit in m
Oberer	ε	8	Gelbgrauer, kavernöser, massiger, in den unteren Lagen hornsteinreicher dolomitischer Kalkstein (Frankendolomit).	etwa 40,00
Mittlerer	δ	7	Hell- bis dunkelgraue, sehr dickbankige und feste, klotzige, hornsteinreiche Kalksteinbänke. (Oberer Schwammkalk, Pseudomutabilisstufe.)	13,20
	γ	6	Graue, dünngebankte, hornsteinreiche Kalksteine im Wechsel mit blaugrauen, gelbbraun verwitternden pseudooolithischen Mergelschiefern. *Pseudomonotis similis* Goldf., *Perisphinctes crussoliensis* Font. (Obere Tenuilobatenstufe.)	1,60
		5	Dickbankige graue, wohlgeschichtete Kalksteine, ohne mergeliges Zwischenmittel, reich an Hornsteinen. *Perisphinctes cfr. polyplocus* Rein. (Mittlere Tenuilobatenstufe.)	16,00
		4	Dünnbankige, wohlgeschichtete Kalksteine, in Wechsellagerung mit blau- bis grünlichgrauen, pseudooolithischen Mergelschiefern. (Untere Tenuilobatenstufe.) *Sutneria platynota* Rein., *Perisphinctes inconditus* Font.	2,80
Unterer	β	3	Wohlgeschichtete, hellgraue, dickbankige Kalksteine. (Werkkalk der Bimammatusstufe.)	23,30
	α	2	Graue, dickbankige, pseudooolithische Kalksteine, mit hellgrauen pseudooolithischen Mergelschieferlagen wechsellagernd. (Obere Transversariusstufe.)	14,00
		1	Lockerer, grauer Kalkmergel, im unteren Teil eine grüngelblichgraue, knollige, glaukonitische Kalkbank einschließend. (Untere Transversariusstufe.) *Perisphinctes plicatilis* Sow., *Perisphinctes Martelli* Opp.	0,65

C. Malm.

Von den obersten Doggerschichten, die ihrer tonigen Beschaffenheit halber im Gelände wiederum eine breitere Terrasse bilden, steigt der weiße Jura bis zu einer Mächtigkeit von ungefähr 80—90 m steil empor. Er setzt sich fast ausschließlich aus reinen, dichten, wohlgebankten Kalksteinen zusammen. Nur im geringen Maße beteiligen sich Mergel und Mergelschiefer, die lokal mit den Kalkbänken wechsellagern. Von Westen nach Osten zu macht sich sanftes Einfallen geltend. Im Gelände lassen sich die einzelnen Malmstufen im allgemeinen nicht allzuschwierig auseinanderhalten, da die Gesteine infolge wechselnder Verwitterbarkeit charakteristische Oberflächenformen erzeugen. Ein sehr instruktives, vorstehend auf S. 70 wiedergegebenes Profil bietet sich auch hier bei Hartmannshof.



Lebenslauf.

Am 17. Januar 1885 wurde ich, Guido Brause, sächsischer Staatsangehörigkeit und evangelisch-lutherischer Konfession, als Sohn des Landwirtes Gustav Brause in Spahnsdorf (Kreis Leipzig) geboren. Ich besuchte der Reihe nach die Volksschule zu Medewitzsch, die Privatschule zu Rötha, die IV. Realschule zu Leipzig und die Oberrealschule zu Weißenfels, an welch letzterer ich Ostern 1906 das Maturitätsexamen ablegte. Von Ostern 1906 bis S.-S. 1909 einschließlich war ich an der Universität Leipzig immatrikuliert, wo ich die Vorlesungen und Praktika der Herren Wiener, Beckmann, Zirkel, Credner, Partsch, Wagner und Reinisch besuchte. Gleichzeitig nahm ich hier an den akademischen Turnlehrerkursen teil und legte daran anschließend im S.-S. 1908 die Turnlehrerprüfung an der Kgl. sächsischen Turnlehrerbildungsanstalt in Dresden ab. Außerdem genügte ich während meines ersten Studienjahres als Einjährig-Freiwilliger meiner Militärpflicht. Vom W.-S. 1909 an setzte ich meine Studien in der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen fort, an deren geologisch-mineralogischem Institut ich unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. H. Lenk die vorstehende Arbeit ausführte.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle meinen geschätzten Lehrern, Herrn Prof. Dr. Lenk und Herrn Dr. Krumbeck, Assistenten des mineralogisch-geologischen Instituts in Erlangen, meinen aufrichtigsten Dank für ihre liebenswürdige Unterstützung auszusprechen.